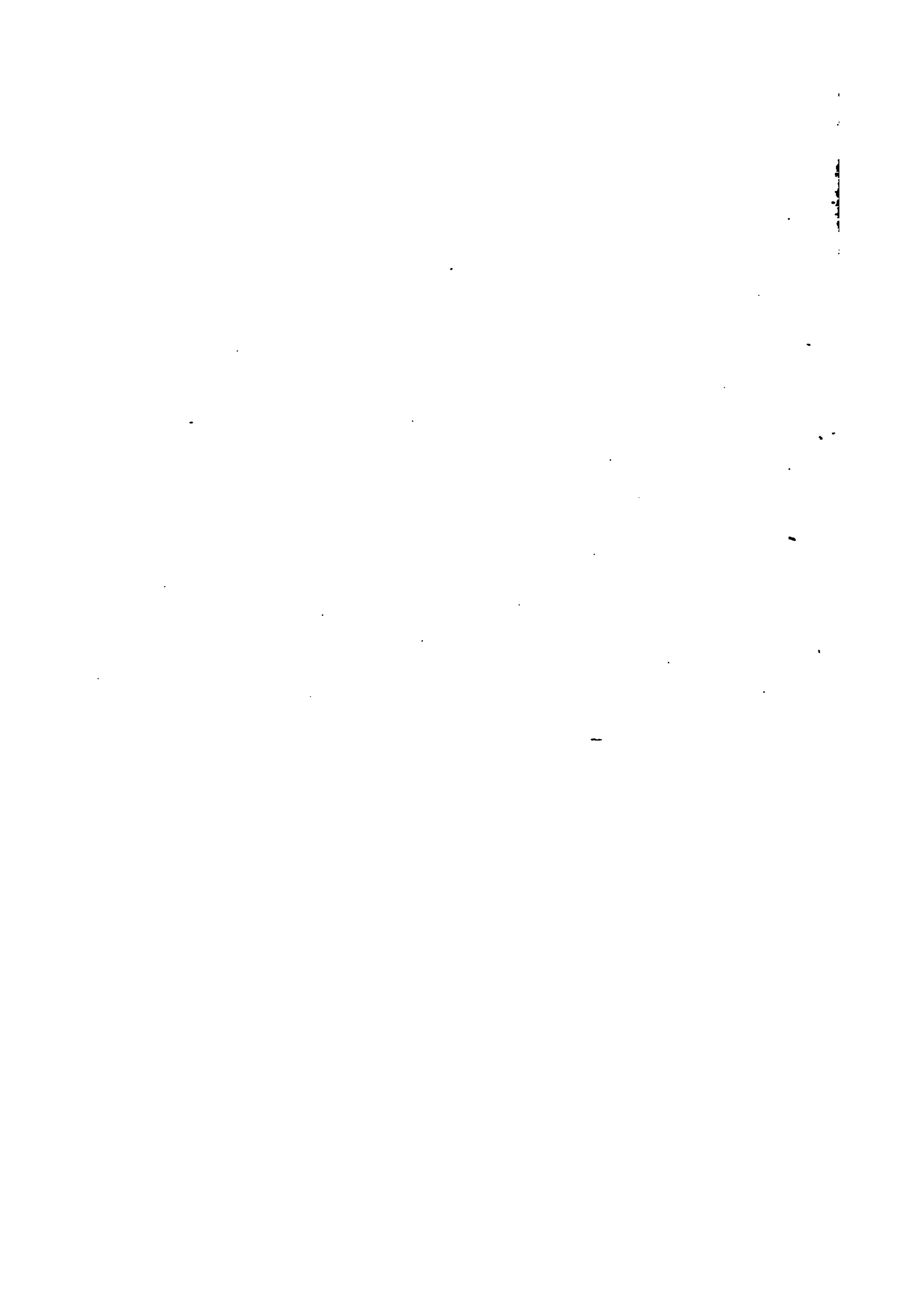
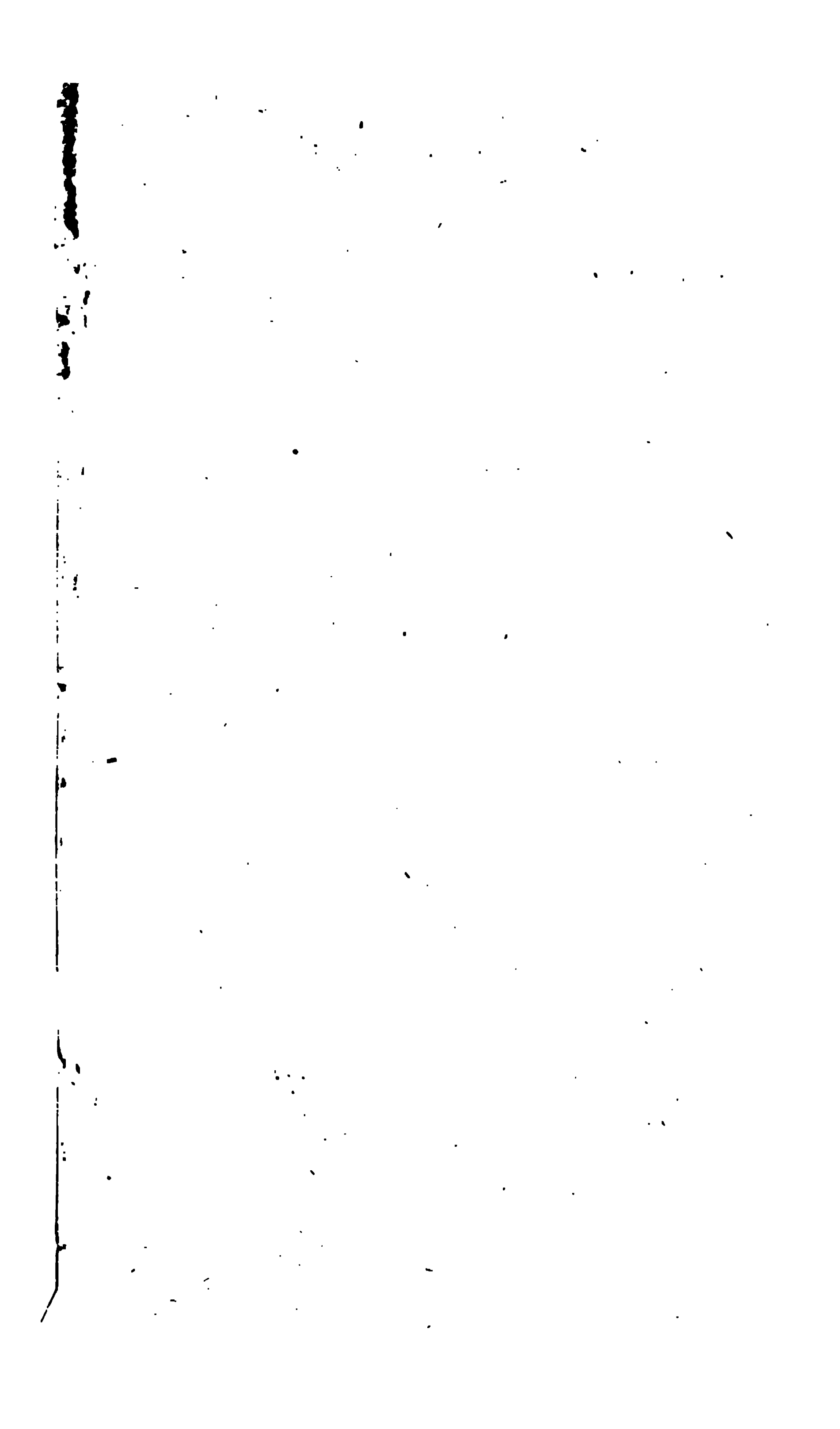

Stanford University Libraries
3 6105 000 643 051







ANNALEN

DER

PHYSIK.

NACH *L. W. GILBERTS* TODE FORTGESETZT

UND

HERAUSGEGEBEN

ZU

BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

ACHT UND SIEBZIGSTER BAND.

NEBST DREI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG
VERLAG VON JOH. AMBROSIUS BARTH
1824.

ANNALEN

DER

PHYSIK

UND

CHEMIE.

HERAUSGEGEBEN

ZU

BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

ZWEITER BAND.

NEBST DREI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG

VERLAG VON JOH. AMBROSIUS BARTH

1824.

Inhalt

des zweiten Bandes der Annalen d. Physik u. Chemie.

Erstes Stück.

Zweites Stück.



Zweites Stück.

Drittes Stück.

Viertes Stück.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1824, NEUNTES STÜCK.

I.

Unterſuchung einiger zum Granatgeſchlechte gehörender Mineralien;

vom

Grafen H. G. Trolle-Wachtmeister.

(Ueberſetzt aus den Abhandlungen der K. Akademie d. Wiſſ. zu Stockholm von F. Wöhler, M. Dr.)

Die Granaten bilden eins der merkwürdigeren Geſchlechter im Mineralreich. In einer ausgezeichneten den Granaten vorzugsweiſe zukommenden Kryſtallform mit wenigen Abweichungen, kommen unter dieſem Namen mannigfaltige, in Farbe und Zuſammenſetzung faſt bis ins Unendliche variirende Arten vor. Geſtützt auf dieſe Uebereinſtimmung in den weſentlichen äuſseren Charakteren und auf die Berechnung der Kerngeſtalt, vereinigte Hauy faſt alle Arten zu einer einzigen. Dennoch konnten dieſem ebenſo vorurtheilsfreien als ſcharfſinnigen Naturforſcher, die groſsen Widerſprüche nicht entgehen, welche ſich in den ſo ſtark von einander abweichen-

den Resultaten der über die Granaten angestellten chemischen Untersuchungen vorfanden. Weit entfernt darin einen Beweis der geringen Zuverlässigkeit der chemischen Analyse finden zu wollen — denn chemisches System konnte man damals noch nicht sagen — war er der erste, welcher das Gewicht der Einwürfe erkannte, die sich hieraus gegen seine eigne Ansichten machen liessen, und in seinem Tableau comparatif finden wir, wie der aufgeklärte Verfasser, durch Untersuchung einer Menge von Granat-Analysen und durch Versuch sie in Uebereinstimmung zu bringen, bemüht war, den gewohnten Einklang zwischen den geometrischen und chemischen Systemen wieder herzustellen, eine Vereinigung, die den wissenschaftlichen Werth der Mineralogie ungemein erhöhen würde. Bei den Granaten stellen sich aber grosse Schwierigkeiten ein, da die genauesten Analysen fast nach jedem Fundorte eine verschiedene quantitative Zusammensetzung dieser Mineralien darthun, ohne dass einmal die Rechnung, wenn man auch das nicht zu den fremden Einmengungen rechnet, was dieses Fossil besonders von der Gangart einzuschliessen geneigt ist, einen Grund giebt, um für das ganze Geschlecht ein gemeinschaftliches Zusammensetzungsprinzip annehmen zu können. Endlich hat die Entdeckung des Hrn. Mitscherlich über das Zusammenkrystallisiren isomorpher Basen und ihre Eigenschaft sich wechselseitig in krystallisirten Verbindungen ersetzen zu können, in Verbindung mit der Lehre von den bestimmten Proportionen des Hrn. Berzelius, eine Anleitung gegeben, nach welcher man über diesen Punkt zu einem befriedigen-

den Resultate kommen kann, und wenn es sich, wie ich glaube, finden wird, daſs die verſchiedenen Abarten des Granatgeſchlechtes eine neue Bekräftigung dieſer wichtigen Entdeckung geben, ſo werden dieſe Mineralien dadurch ein um ſo höheres Intereſſe erlangen.

Ich habe nun die Ehre der Königl. Akademie einige Unterſuchungen von mir vorzulegen, die zwar in Vergleich zu der Menge von Varietäten, die man von den Granaten kennt, mit einer zu geringen Anzahl von Arten angeſtellt ſind, um auf ihnen ein allgemeines Prinzip gründen zu können, die aber doch als Beiträge zum Unternehmen einer ausgedehnteren Arbeit dienen können.

Die bei der chemiſchen Analyſe angewandte Methode mehr als einmal für die Granaten anzugeben, welche einer gleichen Behandlung unterworfen wurden, hielt ich für überflüſſig.

No. 1. Granat von *Engſö*.

Kryſtallform: trapezoïdal mit Ecken-Abſtumpfungen. Kryſtallflächen: ſchwach glänzend, undeutlich gefurcht in der Richtung der gröſseren Diagonale. Bruch: im Groſsen blättrig, im Kleinen uneben. Farbe dunkelroth ins Violette fallend und unklar. An den Kanten durchſcheinend. Kommt auf der Inſel Engſö im Mälarſee vor, in weiſsem grüngeſprengtem Feldſpath, oft in Nuſs groſsen Kryſtallen und darüber. Hart, ritzt Quarz. Specif. Gewicht = 4,236.

Vor dem Löthrohr ſchmelzt er zur magnetiſchen Kugel und läuft dabei matt oder metalliſch an; vom Borax wird er ſchwer zu einem mit Eiſen ſtark gefärb-

ten Eisen Glase aufgelöst; eben so von Phosphorsalz mit Hinterlassung eines flockigen Kiesel-Skelettes. Mit Natron auf Kohle behandelt, zieht sich der Fluss in die letztere und hinterläst die Probe als eine blasige zusammengeschmolzene Schlacke; auf Platinblech reagirt er stark auf Mangan. Sein Pulver ist rosenroth, und wird durchs Glühen ziegelfarben.

Analyse.

A. 1 Gramm des fein geschlemmten schwach geglühten Steinpulvers wurde 2 Stunden lang mit 5 Grm. kohlensaurem Kali geglüht. Die geschmolzene schwarz-grüne Masse mit Salzsäure übergossen, löste sich vollkommen, unter Entwickelung von Chlor. Die Zersetzung ward durch Wärme unterstützt, die Lösung bei gelinder Wärme eingetrocknet und die Masse am Ende mit einem Glasstabe umgerührt. Nachdem die trockne Masse mit Salzsäure getränkt war, ward sie 2 Stunden lang sich selbst überlassen, darauf mit Wasser übergossen, und die hiebei zurückbleibende Kieselerde aufs Filter gebracht, gewaschen, eine Viertelstunde lang geglüht und gewägt. Das Gewicht betrug 0,3915, nach Abzug des halben Procents, welches von der Asche des Filters herrührte.

B. Die nach Abscheidung der Kieselerde zurückgebliebene Flüssigkeit, ward mit kaustischem Ammoniak, in möglichst geringem Ueberschusse vermischt, eine halbe Stunde lang in einem mit einer geschliffenen Glasplatte bedeckten Glase hingestellt, und der Niederschlag auf ein gewogenes Filter gebracht, ausgewaschen, geglüht und gewägt. Darauf von Neuem in Salzsäure gelöst blieb, wie es schien, etwas Kiesel-

erde zurück. Die Auflösung ward nun mit kaustischem Kali in solchem Ueberschuss versetzt, dass die mit dem Eisen niedergefallene Thonerde sich wieder auflösen konnte, alsdann nach einem einstündigen Kochen, auf die gewöhnliche Art mit Salmiak geprüft, und hierauf das Ungelöste gewaschen, geglüht und gewägt. Der Unterschied zwischen diesen und dem ersten Gewicht gab durch den Verlust, die Menge der Thonerde an = 0,1995.

C. Das nach Abscheidung der Thonerde zurückgebliebene Eisenoxyd wurde durch Kochen in Salpeter-Salzsäure aufgelöst; die ungelöst bleibende Kieselerde gesammelt und gewägt; sie betrug nach Abzug der Filter-Asche = 0,0045.

D. Die Eisen haltende Flüssigkeit ward darauf so genau als möglich mit kaustischem Ammoniak neutralisirt; das mit bernsteinsaurem Ammoniak gefällte Eisenoxyd anfangs mit kaltem Wasser und zuletzt mit kaustischem Ammoniak gewaschen, lieferte nach dem Glühen 0,378 Eisenoxyd, entsprechend 0,3393 Eisenoxydul.

E. Die nach Abscheidung des Eisens übrigbleibende Flüssigkeit ward mit kohlensaurem Kali übersättigt und zur Trockne verdampft. Die in Wasser wieder aufgelöste Flüssigkeit hinterliess einen Niederschlag, der nachdem er aufs Filtrum gebracht und geglüht war, 0,072 Manganoxyd-oxydul gab, entsprechend 0,0669 Oxydul. Nach der Auflösung des Oxydes in Salzsäure und abermaliger Eintrocknung blieben 0,010 Kieselerde zurück, auch zeigte sich das Mangan durch eine geringe Spur von Kalkerde verunreinigt.

Dieser Analyse nach sind also die Bestandtheile des Granates von Engsö:

		in Hundert.	Sauerstoffgehalt.
Kieselerde A, C, E	0,4060	40,60	20,42
Thonerde B	0,1995	19,95	9,31
Eisenoxydul D	0,3393	33,93	7,72
Manganoxydul E	0,0669	6,69	1,46
		101,17	

Der Ueberschuss, den diese Analyse gab, kann sich leicht ein Jeder erklären, der mit Sorgfalt die genauen Methoden angewendet hat, deren man sich in neueren Zeiten zur Vermeidung von Verlust bedient. Die oft bis zum Unmöglichen gehende Schwierigkeit, vollkommen reine Reagentien zu erhalten, und die Niederschläge völlig auszuwaschen, von denen mehrere einige Antheile des Fällungsmittels zurückbehalten, sind die Ursachen, dass bei einer grösseren Sorgfalt in den analytischen Verfahren ein Ueberschuss fast schwerer zu vermeiden ist, als ehedem ein Verlust.

Berechnet man nach dieser Analyse die Zusammensetzung des Granates von Engsö, so findet man, dass die zwei isomorphen Basen, das Eisen- und Manganoxydul, zusammen so viel Sauerstoff enthalten, als die Thonerde, die für sich die Base einer der beiden Silicate bildet, aus welchen der Granat besteht. Die Formel für den Granat von Engsö ist demnach:

$$\left.\begin{matrix} f \\ mn \end{matrix}\right\} \ddot{S} + A\ddot{S}$$

In den elektronegativen Bestandtheilen findet sich zwar ein kleiner Ueberschuss, aber abgerechnet die Kieselerde, welche wahrscheinlich von dem Kali her-

rührt, womit das Fossil zerlegt wurde, kam gewiss auch ein Theil von der Steinplatte, auf welcher das Fossil zerrieben ward, und überdiess pflegt auch wohl selten ein Mineral ganz frei von mechanischer Einmengung dieses überall verbreiteten Körpers zu seyn.

Der Granat von *Fahlun*, der von Hrn. Hisinger *) analysirt worden, stimmt sowohl seinen äussern Charakteren und seinem specifischen Gewichte, als auch seiner chemischen Zusammensetzung nach, mit diesem überein, und bietet im Vergleich zu der obigen Analyse ein interessantes Beispiel dar von der Eigenschaft der Basen sich gegenseitig zu ersetzen. Der Granat von Fahlun gab

Kieselerde	39,66	hält Sauerstoff 19,67
Thonerde	19,66	- - - 9,18
Eisenoxydul	39,68	- - - 9,04
Manganoxydul von *mn* + 3 *Mn* reducirt	1,70	
	100,70	

In beiden Granaten findet man die Basis des einen Silicates, die Thonerde fast gleich, dagegen die Basen der anderen bedeutend verschieden. Beim Granate von Engsö wird der geringere Gehalt von Eisenoxydul durch eine Menge von Manganoxydul ersetzt, die nahe eine solche ist, dass der Sauerstoff beider Oxydule zusammen, dem der Thonerde gleich wird, wodurch die beiden Granaten wieder in Uebereinstimmung kommen.

*) Afhandl. i Kemi och Fysik, IV. 385.

No. 2. Granat von *New-York.*

Kryſtallgeſtalt: regulär, rhomboïdal - dodecaëdriſch. Flächen: glänzend, parallel mit den Kanten ſtark gefurcht; dieſe Furchen, welche durch übereinander angeſchloſſene Kanten von Lamellen gebildet werden, machen die Oberfläche uneben. Farbe: dunkelviolett-roth. Härte und Verhalten vor dem Löthrohr iſt wie bei der vorhergehenden Art, jedoch iſt dieſe leicht löslicher in Flüſſen und reagirt weniger auf Mangan als die erſtere. Liefert ein graulichrothes Pulver, das bei dem Glühen dunkler wird. Specif. Gew. = 3,90. Fundort bei New-York in Nordamerika, eingewachſen in einen Glimmerſchiefer, der ſehr reich an Glimmer iſt. Die Analyſe gab:

Kieſelerde	42,51	hält Sauerſtoff	21,38
Thonerde	19,15	- - -	8,94
Eiſenoxyd	33,57	- - -	7,64
Manganoxyoul	5,49	- - -	1,10
Kalkerde *)	1,07	- - -	0,28
	101,79		

Was den Ueberſchuſs in der Summe der Educte betrifft, ſo gilt von ihm, und beſonders von der Kieſelerde das, was zuvor angeführt ward. Auch konnte das Reſultat etwas durch den Glimmer verändert werden, der ſich unvermeidlich

*) Die Kalkerde ward durch Fällung mit kleeſaurem Ammoniak beſtimmt, der Niederſchlag geglüht, mit kohlenſaurem Ammoniak getränkt, eingetrocknet, nahe zum Glühen erhitzt und als kohlenſaurer Kalk gewägt. Hierauf in Salzſäure gelöſt, mit deſtillirter Schwefelſäure überſättigt, geglüht und wieder gewägt.

der zur Analyſe genommenen Probe beimengte, und deſſen Gegenwart ſich als kleine glänzende Punkte im Steinpulver zu erkennen gab. Die Formel wird dennoch ohne alle Schwierigkeit mit der vorigen gleich, wenn man die Kalkerde nicht als fremden Beſtandtheil betrachten will, und iſt nachſtehende:

$$\left.\begin{matrix} \overset{=}{f} \\ mn \\ C \end{matrix}\right\} S + AS$$

No. 3. Granat von *Hallandsås.*

Bruch: eben, in den ſchaligen und unebenen übergehend, verräth im Groſsen undeutliche Neigung, Durchgänge zu bilden. Iſt hart, ritzt Quarz. Farbe: hell und weniger ins Violette neigend, als bei dem ſogenannten ächten Granat. An dünnen Kanten durchſcheinend. Glanz: ſtark harzartig. Giebt ein hellgraues ins Roſenrothe fallende Pulver, das durch ſtarkes Glühen gelblich wird. Spezifiſches Gewicht = 4,188. Vor dem Löthrohr ſchmilzt er leicht und ruhig zu einer Kugel, welche metalliſch angelaufen iſt. Im Borax äuſserſt ſchwer löslich, die Maſſe ſchwärzt ſich im Fluſſe, vermindert ſich nach und nach langſam und färbt das Glas mit einer bald verſchwindenden Eiſenfarbe. Vom Phosphorſalz wird er unmerklich aufgelöſt, färbt aber etwas das Glas. Mit Natron ſchmilzt er auf der Kohle ſchwer zu einer glaſigen Schlacke. Auf dem Platinblech zeigt er Mangan-Gehalt.

Hinſichtlich des Kalkerde-Gehaltes dieſer Granaten wurde nach Wegſchaffung der Kieſelerde aus der erſten ſauren Auflöſung, die Thonerde und das Ei-

ſenoxyd durch kohlenſaures Kali gefällt, welches Kalk und Talkerde als Bi-carbonate zurückließs; die Auflöſung mit Salzſäure vermiſcht, deren Ueberſchuſs mit Ammoniak geſättigt und nach Abſcheidung der Kalkerde durch kleeſaures Ammoniak, die Talkerde mit kohlenſaurem Kali gefällt. Letztere ward darauf mit der Flüſſigkeit gekocht, dieſe zur Trockne verdampft, die Talkerde geſammelt, geglüht, gewägt und wiederum in Schwefelſäure gelöſt um die Kieſelerde abzuſcheiden.

Das Mangan, welches nicht durch Kali gefällt war, ward vor der Fällung der Talkerde durch Hydrothion-Ammoniak ausgeſchieden, in Salzſäure aufgelöſt, durch kohlenſaures Kali gefällt, nach Eintrocknen der Flüſſigkeit geſammelt geglüht und gewägt. Ein geringer Antheil Mangan, welcher der Talkerde folgte, ward von dieſer getrennt und beſonders in Rechnung gebracht. Bei der Behandlung mit kohlenſaurem Kali wurde das Gefäſs, welches die Auflöſung enthielt, durch ein nach innen convexes Glas bedeckt gehalten, damit das Aufbrauſen der entweichenden Kohlenſäure zu keinem Verluſt Anlaſs gebe. Die Thonerde wurde durchs Kochen des Niederſchlages mit kauſtiſchem Kali ausgezogen, bis die Probe mit Salmiak zeigte, daſs alle Thonerde aufgenommen war, worauf die Fällung derſelben, nachdem ſie durch Salzſäure niedergeſchlagen und wieder aufgelöſt war, durch kohlenſaures Ammoniak bewirkt ward. Die nach dem Glühen gewogene Thonerde, wurde wieder in Schwefelſäure gelöſt um dadurch die Kieſelerde abzuſcheiden und zu beſtimmen, welche

der Auflösung der ersteren aus ihrer Lauge mitgefolgt war.

Diese Analyse gab:

Kieselerde	41,00	hält Sauerstoff	20,623
Thonerde	20,10	- - -	9,388
Eisenoxydul	28,81	- - -	6,500
Talkerde	6,04	- - -	2,338
Kalkerde	1,50	- - -	0,421
Manganoxydul	2,88	- - -	0,633
	100,33		

Obgleich ein kleiner Ueberschufs bei den Basen Statt findet, wie man aus dem zweiten Ausdruck ersieht, so wird dennoch die Zusammensetzung dieser Granaten durch die Formel

$$\left.\begin{matrix} f \\ C \\ M \\ mn \end{matrix}\right\} S + AS$$

ausgedrückt, wenn man den Kalk nicht als fremde Einmengung betrachten will.

No. 4. Schiefriger Granat von *Halland.*

Bruch: grofsblättrig oder schiefrig mit drei deutlichen Durchgängen. Ist sehr spröde, und zerspringt leicht in der Richtung zweier Durchgänge, wodurch die tafelartige Beschaffenheit der Bruchstücke, mehr oder weniger deutlich bestimmt wird. Durchsichtigkeit und Verhalten vor dem Löthrohr ist gleich mit dem Vorhergehenden; aber die Farbe ist heller. Glanz unbedeutend, auf einigen Stücken ist die Oberfläche braun angelaufen oder mit Eisenoxyd bedeckt. Giebt ein schwach rosenrothes Pulver, das durch Glühen rothbraun wird, ähnlich dem Eisenocker. Spezif. Ge-

wicht = 4,043. Vorkommen: in Halland unweit Halmſtad, als groſs-kantige Stücke in einer aus kleinen Hornblende-Kryſtallen und fein-körnigem Quarz zuſammengeſetzten Bergart, in der auſserdem ganz kleine Granatkryſtalle angetroffen werden, die wahrſcheinlich von derſelben Art ſind.

Die Analyſe gab:

Kieſelerde	42,000	hält Sauerſtoff	21,12
Thonerde	21,000	- - -	9,80
Eiſenoxydul	25,180	- - -	5,73
Kalkerde	4,980	- - -	1,39
Talkerde	4,320	- - -	1,67
Manganoxydul	2,375	- - -	0,52
Verluſt	0,145		
	100,000		

und hieraus ſcheint man die Formel

$$\left.\begin{matrix} f \\ C \\ M \\ mn \end{matrix}\right\} S + AS$$

ableiten zu können.

No. 5. Granat vom *Veſuv.*

Kommt am Veſuv in kleinen, meiſt aufeinander gewachſenen Kryſtallen von verlängert rhomboïdal-dodecaëdriſcher Geſtalt vor, in Begleitung eines weiſsen Minerals, das theils in gröſseren oder kleineren Körnern mit dem Granat zuſammengewachſen, theils in ihm eingeſprengt iſt und Adern bildet. Die Kryſtalle ſind hell, rothbraun glänzend an den Kanten durchſcheinend und ritzen das Glas tief, aber nicht den Quarz. Spezifiſches Gewicht = 3,428. Vor dem Löthrohr ſchmilzt er ruhig und leicht zu einer Ku-

gel, die nicht magnetisch ist und eine glänzende Oberfläche, ohne fleckige Anlaufung, besitzt. In Borax ist er schwer löslich; die Probe wird durch die Einwirkung des Feuers etwas dunkel und färbt das Glas etwas schwach von Eisen. Wird durch Phosphorsalz nur langsam zersetzt. Schmilzt mit Soda auf der Kohle zur glänzenden Kugel, und zeigt auf dem Platinblech einen Mangangehalt.

Die Analyse, welche mit ausgesuchten, von sichtlicher Einmengung des weissen Fossils befreiten Fragmenten angestellt ward, gab folgendes Resultat:

Kieselerde	39,93	hält Sauerstoff	20,08
Thonerde	13,45	- - -	6,28
Kalkerde	31,66	- - -	8,89
Eisenoxyd	14,90	- - -	4,56
Manganoxydul	1,40	- - -	0,31
	101,34		

Die geringe Menge der Thonerde zeigt durch ihren Sauerstoffgehalt, dass diese Erde mit dem Eisenoxyd vereinigt die Basis des einen Silicates bildet. Aber der Ueberschuss, den beide Basen alsdann zeigen, und das was fehlen würde, wenn nur Kalkerde und Manganoxydul in das zweite Silicat eingingen, berechtigen einen kleinen Antheil des Eisens als Oxydul anzunehmen. Das Resultat der Analyse würde alsdann folgendermassen ausfallen:

Kieselerde	39,93	hält Sauerstoff	20,08
Thonerde	13,45	- - -	6,28
Eisenoxyd	10,95	- - -	3,35
Eisenoxydul (von 3,95 Oxyd)	3,35	- - -	0,81
Kalkerde	31,66	- - -	8,89
Manganoxydul . . .	1,40	- - -	0,30
	100,94		

Nach dieſer Berechnung würde die Zuſammenſetzung dieſer Granaten ausgedrückt werden durch die Formel:

$$\left.\begin{matrix} f \\ C \\ mn \end{matrix}\right\} S + \left.\begin{matrix} A \\ F \end{matrix}\right\} S$$

Obgleich eine Unterſuchung des Minerals, welches dieſen Granaten begleitet, nicht in den Plan dieſer Arbeit gehört, ſo glaube ich ihr doch als Anhang zu dieſem Artikel hier eine Stelle einräumen zu müſſen, da dieſes Foſſil zu einer noch nicht ins Klare gebrachten Art gehört, nämlich zum *Sodalith.*

Unterſuchung des weiſsen Minerals, welches den ſo eben angeführten Granat vom Veſuv begleitet.

Dieſs Mineral beſitzt eine weiſse Farbe, geringe Durchſichtigkeit, körnige Textur und iſt ſpröde. Vor dem Löthrohr verliert es, bevor es ſchmilzt, nichts von ſeiner Durchſichtigkeit; verändert ſich nicht im Kolben und liefert kein Waſſer; ſchmilzt in dünnen Splittern an den Kanten unter einigem Blaſenwerfen viel ſchwerer als Meſotyp und Mejonit, aber viel leichter als Albit oder Eisſpath. Von Borax wird es ſehr langſam ohne Aufbrauſen zu einem farbloſen Glaſe aufgelöſt. Die Probe zergeht im Fluſſe und das Ungelöſte gleicht einem Kieſel-Skelett in Phosphorſalz. Ein kleines Fragment wird leicht in Phosphorſalz aufgelöſt, ſchwillt aber nicht auf und wird folglich nicht zerſetzt. Mit Natron ſchmilzt es auf der Kohle, langſam unter beſtändigem Kochen zu einer durch Blaſen unklar gewordenen, farbloſen Kugel, die bei länger anhaltendem Feuer weniger blaſig wird. Mit Kobaltſolution giebt es ſchwache blaue Farbe an

den Kanten. Reagirt mit Kupferoxyd nicht auf Salzsäure, die doch auf nassem Wege darin entdeckt wird. Durch Kochen mit Salz- und Salpetersäure wird es ziemlich leicht zersetzt, unter Zurücklassung von Kieselerde in gelatinösen Klumpen.

Stücke, die bei gelinder Wärme getrocknet werden, verlieren durch viertelstündiges Glühen im Platintiegel nichts an Gewicht, verändern sich auch sonst nicht. Die Analyse gab:

Kieselerde	50,98	hält Sauerstoff			25,64
Thonerde	27,64	-	-	-	12,91
Natron	20,96	-	-	-	6,07
Salzsäure	1,29				
	100,87				

Wenn man annimmt, das das salzsaure Salz, welches wohl nicht zur wesentlichen Zusammensezzung des Minerals gehört, entweder bloss Thonerde, oder was wahrscheinlicher ist, Thonerde und Natron, in dem Verhältniss, dass sie der Salzsäure entsprechen, enthalte, nicht aber bloss Natron, so scheint die Formel zu seyn: $\dot{N}S^2 + 2\dot{\dot{A}}S$, wobei jedoch ein geringer Ueberschuss an Kieselerde Statt findet. Obgleich diese Formel die einzige ist, die aus der vom Grafen Borkowsky gemachten Untersuchung des vesuvischen Sodaliths hergeleitet werden könnte, so kann doch seine Analyse durchaus nicht dem Minerale angepasst werden, welches ich hier beschrieb. Ein noch grösserer Unterschied zeigt sich zwischen meiner Analyse und der des Hrn. Arfvedson *) von einem Sodalith, welchen dieser als den nämlichen be-

*) K. Vetensk. Acad. Handling. af år 1821.

trachtet, der vom Grafen Borkowsky untersucht ist. Diese Unähnlichkeit mit dem von mir untersuchten verräth sich schon vor dem Löthrohr, da ich Gelegenheit hatte, einen Versuch mit einer Probe von derselben Stufe anzustellen, welche Hr. Arfvedson untersucht hat. Diese Art ist viel schwerer schmelzbar, und die Salzsäure, die er zu 5,3 Procent angiebt, verräth sich leicht durch die gewöhnliche Reaction. Diese beiden Fossilien sind also bestimmt von einander verschieden.

No. 6. Gelber Granat von *Långbanshytta.*

Bruch: eben, sich mehr dem feinkörnigen nähernd als dem splittrigen; zeigt keine Spur von dem Glasglanz der Krystall-Ebenen, die bei dem dunklen Granat von Långbanshytta (Rothoffit) vorkommen. Ritzt Glas, giebt mit dem Stahle Feuer, wird von Quarz geritzt. An den Kanten durchscheinend. Farbe gelb, mehr oder weniger bräunlich, trocknem Gummigutt ähnlich. Glanz: harzartig. Giebt ein blafs citronengelbes Pulver (kein graugelbes wie der Rothhoffit). Spezif. Gewicht = 3,965. Löst sich in Salzsäure mit Aufbrausen ohne Entwickelung von Chlor auf. Kommt bei Långbanshytta vor, in gröfseren oder kleineren Massen, bisweilen eingewachsen in Rothhoffit. Auf den Oberflächen einiger Stufen bemerkt man Zeichen van Krystallisation. Vor dem Löthrohr schmilzt er zu einer schwarzen glänzenden magnetischen Kugel, die mit mehr Schwierigkeit vollkommen rund fliefst, als bei anderen Granaten. In Borax und Phosphorsalz ist er leicht löslich zu einem ziemlich stark vom Eisen gefärbten Glase. Auf der Kohle

schmilzt er mit Soda zu einer dunkeln Kugel, mit etwas unebener Oberfläche. Zeigt auf Platinblech starke Reaction von Mangan. Das Resultat der Analyse war:

Kieselerde	35,10	hält Sauerstoff	17,69
Eisenoxyd	29,10	- - -	8,92
Kalkerde	26,91	- - -	7,53
Manganoxydul	7,08	- - -	1,55
Kali	0,98		
Verlust an Kohlensäure	0,80		
	100,00		

Die unvermuthete Gegenwart des Kali, schrieb ich im ersten Versuche, theils dem Feldspathe der Porphyrplatte zu, auf welcher das Fossil gerieben wurde, theils dem Glaskolben, in welchem es durch Kochen aufgelöst ward und der von der Säure angegriffen schien. Bei einem zweiten Versuche bediente ich mich daher einer Reibeplatte von Feuerstein, und bewerkstelligte die Auflösung in einer Platinschale. Nachdem die Erden und Metalle ausgefällt waren, ward die Flüssigkeit eingetrocknet und das erhaltene Salz gelinde geglüht. Bei der Wiederauflösung in Wasser blieb etwas Mangan zurück, das der Fällung mit Hydrothion-Ammoniak entging und nun unauflöslich geworden war; eine geringe Menge salzsauren Kalkes ward durch kleesaures Ammoniak gefällt. - Die Salzmasse, welche nach abermaliger Eintrocknung der Flüssigkeit zurückblieb, ward zur Zerstörung des kleesauren Ammoniaks geglüht, wieder aufgelöst und zur Krystallisation abgeraucht, wobei sich das Kali-Salz in kleinen rechtwinkligen Tafeln absetzte. Diese wurden in Wasser gelöst, mit einer Auflösung des

Doppelsalzes von salzsaurem Platinoxyd und Natron vermischt und bei gelinder Wärme eingetrocknet. Die Salze wurden mit starkem aber nicht wasserfreiem Alkohol behandelt, der das Doppelsalz von Kali zurückliefs. Diefs aufs Filter gebracht, mit Alkohol gewaschen, getrocknet und gewägt, ward nach der Annahme berechnet, dafs das Platinsalz 30,73 pr. C. salzsaures Kali enthalte. Mehrere Versuche die Kohlensäure zu bestimmen, gaben sehr abweichende Resultate, welches die Vermuthung bestätigt, dafs sie mechanisch eingemengtem kohlensaurem Kalk zugehöre. Die Zusammensetzung dieses Granaten wird ohne Schwierigkeit durch die Formel:

$$\left.\begin{matrix} C \\ mn \end{matrix}\right\} S + FS$$

bezeichnet.

No. 7. Gelber Granat aus der Gegend von *Altenau.*

Krystallisirt in etwas verlängerten rhomboïdalen Dodecaëdern. Bruch: uneben, dem körnigen sich nähernd. Farbe: dunkelgelb, fast wie unreines Gummigutt. Der Glanz der Krystallflächen ist stark glasartig, im Bruche quarzartig. Hart, ritzt Quarz aber schwach. Giebt weifsgelbes Pulver. Vorkommen: in schwarzem magnetischem Eisenerze, in drusig zusammensitzenden Krystallen von der Gröfse einer kleinen Nufs. Spezif. Gewicht = 3,871. Verhält sich vor dem Löthrohr vollkommen wie der von Langbanshytta, ist aber etwas schwerer schmelzbar. Löst sich in Salzsäure ohne Aufbrausen oder Entwickelung von Chlor auf, mit Hinterlassung gelatinirender Kieselerde. Die Analyse gab:

Kieselerde	35,64	hält Sauerstoff	17,92
Eisenoxyd	30,00	- - -	9,24
Kalkerde	29,21	- - -	8,20
Manganoxydul	3,02	- - -	0,66
Kali	2,35	- - -	0,39
	100,22		

Dieser Granat, von welchem Hr. Berzelius die Güte hatte mir die Probe zur Analyse aus seiner Sammlung zu geben, scheint mir durch seinen bedeutenden Kali-Gehalt merkwürdig. Die Aehnlichkeit mit dem vorhergehenden, sowohl hinsichtlich der Gegenwart dieses Bestandtheiles als auch der Schmelzbarkeit und Farbe, läſst bedauern, daſs das quantitative Bestandtheilverhältniſs nicht übereinstimmender ausfiel; es würde gewiſs von besonderem Interesse gewesen seyn, denselben Granat bei Altenau krystallisirt gefunden zu haben, der bei Långbanshytta in derben Massen vorkommt. Die Analyse liefert die Formel:

$$\left.\begin{matrix} C \\ mn \end{matrix}\right\} S + FS$$

Es ist jedoch die Frage, ob das Kali bloſs als Basis eines den Granaten mechanisch beigemengten eigenen Silicates gegenwärtig ist, oder ob es nicht den beiden andern Basen zugerechnet werden muſs, die gleich dem Kali als 2 Atomen Sauerstoff haltend angenommen werden. Ein kleiner Ueberschuſs bei der Basis im zweiten Gliede der Formel, kommt von dem Eisen, welches der Granat wahrscheinlich aus seinem Muttergestein aufgenommen hat.

No. 8. Grünlicher Granat von *Hesselkulla.*

Bruch, Glanz und Durchsichtigkeit hat dieser mit dem von Langbanshytta gemein, ist jedoch weniger hart als jener. Farbe: dunkelgrau ins Grüne ziehend; giebt ein aschgraues Pulver. Vorkommen: bei Hesselkulla mit fleischfarbenem Feldspath in grösseren und kleineren Stücken. Kleine Krystalle in Gestalt von Granat-Dodecaëdern ragen aus dem Kalke hervor, der in die derbe Granat-Masse eingesprengt ist.

Vor dem Löthrohr verhält er sich wie der von Langbanshytta, schmilzt aber leichter zu einer Kugel und die Probe wird nicht vom Magneten angezogen. Wird durch Salzsäure mit einigem Aufbrausen zersetzt. Das Resultat der Analyse war:

Kieselerde . .	38,125	hält Sauerstoff	19,17
Eisenoxyd . .	19,420	- - -	5,94
Thonerde . .	7,325	- - -	3,42
Kalkerde . .	31,647	- - -	8,88
Manganoxydul .	3,300	- - -	0,72
Verlust an Kohlensäure	0,183		
	100,000		

Seine Formel ist $= \left.\begin{matrix} C \\ mg \end{matrix}\right\} S + \left.\begin{matrix} A \\ F \end{matrix}\right\} S.$

No. 9. Brauner Granat von *Hesselkulla.*

Bruch: meist eben; jedoch in zwei Richtungen, die sich schief durchschneiden, ins Feinblättrige übergehend, ohne bestimmte Durchgänge; in einer dritten Richtung zeigt sich der Bruch mehr oder weniger uneben. Verräth keine Neigung zum schilfrigen oder splittrigen Bruch. Farbe: tief dunkelblau ins Braune oder Kupferblaue fallend. Ritzt Glas, wird vom

Quarz geritzt. Ist undurchsichtig und der Glanz stärker als bei dem vorhergehenden. Aus der derben Masse und aus dem Kalkspath, der in ihm sitzt, schiessen kleine dunkle zusammengehäufte Granatkrystalle hervor, die sich, gegen das Licht gehalten, mit röthlicher Farbe durchscheinend erweisen. Giebt ein graubraunes Pulver, welches durch Glühen eine dunklere Farbe annimmt. Wird wie die vorige Art von Salzsäure gelöst, mit kaum bemerkbarem Aufbrausen ohne sein Gewicht zu verändern. Vorkommen: bei Hesselkulla; schmilzt vor dem Löthrohr zu einer schwach magnetischen Kugel, mit etwas unebener Oberfläche, die nicht metallisch angelaufen ist. Verhält sich im Uebrigen gleich dem vorhergehenden. Das Resultat der Analyse ist

Kieselerde	37,993	hält Sauerstoff	19,11
Eisenoxyd	28,525	- - -	0,74
Thonerde	2,712	- - -	1,26
Kalkerde	30,740	- - -	8,63
Manganoxydul	1,615	- - -	0,18
	100,585		

Seine Formel ist also $= \left.\begin{matrix}C\\mn\end{matrix}\right\} S + \left.\begin{matrix}F\\A\end{matrix}\right\} S.$

No. 10. Schwarzer Granat von *Arendal.*

Krystallgestalt: verlängertes Granat-Dodecaëder, mit abgestumpften Seitenkanten. Bruch: fast eben, mit Spuren vom feinblättrigen. Die Krystalle werden vom Quarz nicht geritzt, aber die Oberfläche des derben wird sowohl vom Quarz als vom Messer angegriffen. Farbe: kohlschwarz, noch tiefer als ich sie bei andern Melaniten sah, undurchsichtig, die Kry-

ſtalle gänzend, ſonſt matt oder höchſtens Fettglanz zeigend. Giebt ein dunkles bleifarbenes, faſt ſchwarzes Pulver, das beim Glühen über der Lampe graulich gelbgrün wird, aber beim ſtrengen Weiſsglühen eine hell Eiſenockerfarbe annimmt. Nach einem viertelſtündigen Glühen wurde ein Stück des Granaten grau, ohne dabei an Gewicht zu verlieren. Säuren löſen ihn nicht, ziehen aber bei längerer Digeſtion des Steinpulvers Kalk aus, wahrſcheinlich einem nicht ſichtbar eingeſprengten Kalkſpathe angehörend, weshalb auch die zur Analyſe angewandte Probe zuvor mit verdünnter Eſſigſäure digerirt wurde, welche dabei eine nicht gar geringe Portion Kalk aufnahm. Das ſpezif. Gewicht, beſtimmt mit einer von Kalkſpath freien Kryſtallgruppe = 3,157. Vorkommen: bei Arendal in Norwegen, in derben mit Kalkſpath eingeſprengten Stücken, aus denen Kryſtalle hervorragen, die meiſt zuſammen oder aufeinander ſitzen, ohne Druſen zu bilden. Vor dem Löthrohr ſchmilzt es leicht, mit ſtarkem Lichte und lange anhaltendem Aufwallen, zu einer nicht magnetiſchen, dunkel graugrünen Kugel, mit glänzender Oberfläche. Vom Borax wird er leicht und in Menge zu einem, nicht ſonderlich ſtark durch Eiſen gefärbten Glaſe aufgelöſt. Von Phosphorſalz wird er leicht zerſetzt und läſst dabei Kieſelerde zurück. Mit Soda auf Platinblech verräth er Mangan.

Die Analyſe gab:

Kiefelerde	42,450	hält Sauerftoff	21,35
Thonerde	22,475	- - -	10,49
Eifenoxydul	9,292	- - -	2,85
Talkerde	13,430	- - -	5,20
Kalkerde	6,525	- - -	1,87
Manganoxydul	6,273	- - -	1,37
	100,445		

Diefer Granat ift merkwürdig durch feinen groſsen Gehalt an Talkerde *) und durch fein geringes fpezififches Gewicht. Daſs das Eifen fich auf feiner niederen Oxydationsftufe befinde, wurde durch das Verhältniſs zwifchen Sauerftoff und Bafen beftimmt und fcheint nicht in Zweifel gezogen werden zu können, obgleich fich die bei den Granaten gewöhnliche Reaction des Oxyduls vor dem Löthrohr hier nicht zu erkennen gab. Entweder ward der metallifche Befchlag der gefchmolzenen Kugel durch die überwiegende ftärkere Bafe verhindert, oder es war, damit die Reduction des Metalles fichtbar werde, eine gröſsere Menge Oxyduls nöthig, als diefer Granat enthält. Ein Theil des Kalkgehaltes beruht ficher auf Einmengung, da er vor der Analyfe nicht völlig wegzufchaffen ift, und möglicherweife auſser dem Kalkfpath, auch Kalkfilicat eingemengt feyn könnte. Daraus kann der, wiewohl nicht bedeutende, Ueberfchuſs erklärt werden, der in dem erften Gliede der Formel entfteht, wenn man den Sauerftoff des ganzen Kalkgehaltes den übrigen dahin gehörigen Bafen

*) Ob wohl der ftarke Schein, den diefer Granat beim Schmelzen in der Löthrohrflamme verbreitet, von der Talkerde herrührt? (*T. W.*)

hinzurechnet. Dann scheint die Zusammensetzung ohne Schwierigkeit durch die Formel

$$\left.\begin{matrix} M \\ C \\ f \\ mn \end{matrix}\right\} + AS$$

ausgedrückt werden zu können.

No. 11. Schwarzbrauner Granat von *Arendal*.

Krystallform: trapezoïdal, die unvollkommen ausgebildeten drusig zusammensitzenden Krystalle stehen aus der derben Granat-Masse hervor; bei dieser ist der Bruch körnig, hie und da ins Blättrige übergehend; bei den Krystallen hingegen undeutlich feinblättrig. Farbe: schwarz ins Braune neigend. Undurchsichtig. Die Oberfläche der Krystalle ist schwach glänzend, fast matt. Die derbe Masse durchaus ohne Glanz. Die Krystalle ritzen Quarz, jedoch schwer. Giebt ein graubraunes Pulver, das durch starkes Glühen einen unbedeutenden Stich ins Braune erhält. Specif. Gewicht der derben Masse = 3,665. Vor dem Löthrohr schmilzt er leicht zur glänzenden Kugel, die nicht magnetisch ist; wird von den Flüssen zu einem durch Eisen stark gefärbten Glase aufgelöst. Mit Soda schmilzt er auf der Kohle zu einer Kugel mit etwas unebener Oberfläche. Zeigt Mangan auf Platinblech. Resultat der Analyse:

Kieselerde	40,20	hält Sauerstoff			20,22
Thonerde	6,95	-	-	-	3,24
Eisenoxyd	20,50	-	-	-	6,28
Kalkerde	29,48	-	-	-	8,28
Manganoxydul	4,00	-	-	-	0,88
	101,13				

Mit Uebergehung des gewöhnlichen Ueberſchuſſes von Kieſelerde, wovon ich vorhin die Urſache angab, ergiebt ſich für die Zuſammenſetzung dieſer Granaten die Formel

$$= \left.\begin{matrix}C\\ mn\end{matrix}\right\} S + \left.\begin{matrix}A\\ F\end{matrix}\right\} S.$$

No. 12. Hellgrüner durchſichtiger Granat vom *Wilui-Fluſs* in Kamtſchatka.

Kryſtallform: trapezoïdal, etwas verlängert mit 12 abwechſelnd abgeſtumpften Ecken. Auf den Kryſtallflächen bemerkt man undeutliche Furchen, die rhomboëdriſche Figuren bilden zu wollen ſcheinen. Bruch: iſt eben, ſich faſt dem ſchaligen nähernd. Hart, ritzt Quarz. Farbe: hell graugrün oder apfelgrün, aber ſo ſchwach, daſs ſie bei den Bruchſtücken faſt verſchwindet. Durchſichtig. Specifiſches Gewicht = 3,64.

Verhalten vor dem Löthrohr: Giebt kein Waſſer, ſchmilzt leicht und ruhig zur gelbbraunen Kugel mit glänzender Oberfläche. Mit Borax und Phosphorſalz ſchmilzt er langſam zu einer durch Eiſen ſchwach gefärbten Kugel; mit Soda auf der Kohle hingegen ſchwer zur weiſsgelben Schlacke. Auf dem Platinblech zeigt ſich ſchwache Mangan-Reaction.

Das Pulver erſcheint faſt ganz weiſs, aber mit einem Körper von reiner weiſser Farbe zuſammengelegt, z. B. mit Magneſia alba, bemerkt man einen deutlichen Stich ins Ockerfarbene oder ſchwach Rothgelbe. Dieſe Nüance verſchwindet bei ſtarkem Glühen und geht in eine graue über, die aber nur durch Vergleichung ſichtbar wird. Ich habe mich aus einer

Ursache, die sich weiter unten zeigen wird, etwas umständlich hiebei aufgehalten. Von Salzsäure wird dieser Granat durch Digestion zum Theil aufgelöst.

Hr. Berzelius hatte die Güte einen Krystall dieses schönen Granaten von der Grösse einer Haselnuss aufzuopfern, und dadurch war ich in den Stand gesetzt, eine Analyse desselben zu machen. Das Resultat war folgendes:

Kieselerde	40,55	hält Sauerstoff	20,39
Thonerde	20,10	- - -	9,38
Kalkerde	34,86	- - -	9,79
Eisenoxyd	5,00	- - -	1,53
Manganoxydul	0,48	- - -	0,12
	100,99		

Ungeachtet der grünen Farbe dieses Fossils trage ich kein Bedenken, den grössten Theil des Eisens als Oxyd anzunehmen, da eine so grosse Menge Oxydul gewiss eine tiefere grüne Farbe hervorgebracht haben würde. Schon beim Beryll sehen wir weit stärkere Färbung durch kaum 1 pr. C. Eisenoxydul hervorgebracht. Das Verhalten der Farbe des Pulvers scheint auch den höhern Oxydations Grad anzudeuten, neben einer kleinen Einmengung von Oxydul, und ausserdem zeigt der Sauerstoffgehalt der Thonerde, verglichen mit dem des Kalkes und des Manganoxyduls, dass hier das Eisen als Oxyd oder als 3 atomige Basis vorhanden ist, und dass nur ein kleiner Theil als Oxydul der Farbe den Stich ins Grüne ertheilt. Dieser Granat ist nicht allein wegen seiner Durchsichtigkeit, sondern auch deshalb sehr interessant, weil man bei ihm in Wirklichkeit findet, was die Theorie schon als möglich aufstellte, nämlich einen Fall, wo

das Eisen nicht zur wesentlichen Constitution des Granates gehört. Die Formel für denselben wird, wenn man die geringe Einmengung von Eisen und Mangan übergeht: $CS + AS$ oder wenn man sie aufnimmt:

$$\left.\begin{matrix} C \\ f \\ mn \end{matrix}\right\} S + \left.\begin{matrix} A \\ F \end{matrix}\right\} S.$$

Hr. Libofchitz hat in *Gilb. Annalen* *) den hier untersuchten Granat unter dem Namen *Grossular* beschrieben und seine Krystallgestalt daselbst auf Taf. IV. Fig. 3. abgebildet. Aber der *Grossular* (worauf sich Hoffmann bei der Beschreibung eines granatförmigen Minerals bezieht, und welches das nämliche zu seyn scheint, als das, was hier analysirt ward), welcher nach Klaproth's Analyse, aus

Kieselerde	44,00
Thonerde	8,50
Kalkerde	33,5
Eisenoxyd	12,00
	98,00

besteht, kann nicht hieher gehören. Hauy's *Aplom* weist sich schon durch seine tief dunkelbraune Farbe als eine andere Varietät von Granat aus. Laugier's Analyse desselben (im Tableau comparatif angeführt) giebt wegen des grossen Verlustes, keinen erheblichen Aufschluss, obgleich der Gehalt an Kiesel- und Thonerde vollkommen mit dem hier untersuchten übereinstimmt.

No. 13. Granat von *Klemetsaune* in Norwegen.

Krystallisirt in vollkommen ausgebildeten regulären Rhomboïdal-Dodekaëdern. Die Krystalle, wel-

*) Band 72. S. 429. (*P.*)

che ich nur lose sah, haben die Grösse einer kleinen Erbse und darunter. Sie sind von einem weissen Mineral theils überzogen, theils in reichlicher Menge aderförmig durchsprengt, das dem Ansehen und dem Verhalten vor dem Löthrohre nach, dem Albit ähnlich ist, jedoch etwas leichter schmelzbar zu seyn scheint. Farbe ist schmuzig rothbraun, fast ohne Glanz. Dünne Splitter sind schwach durchscheinend. Das Pulver ist blass rosenroth, und wird beim Glühen dunkler fast ziegelfarben. Durch Digestion mit Salzsäure wird dieser Granat grösstentheils aber nicht vollkommen aufgelöst. Spezif. Gewicht = 3,851. Vor dem Löthrohr bekommt er im stärksten Feuer eine dunklere Farbe, schmilzt, und behält dieselbe auch nach der Abkühlung. Er schmilzt ruhig und leicht zu einer schwarzen Kugel, mit metallisch angelaufenen Flecken auf der glänzenden Oberfläche. In Borax schwer löslich. Durch Phosphorsalz in geringer Menge zersetzbar. Die Flüsse werden schwach durch Eisen gefärbt und mit Soda auf Platinblech zeigt sich Mangan-Reaction. Die Analyse lieferte:

Kieselerde	52,107	hält	Sauerstoff		26,20
Thonerde	18,035	-	-	-	8,42
Eisenoxydul	23,540	-	-	-	5,36
Kalkerde	5,775	-	-	-	1,62
Manganoxydul	1,745	-	-	-	0,39
	101,202				

Die grosse Quantität von Kieselerde macht es unmöglich, die Resultate der Analyse von diesem Granate auf eine Art zu berechnen, die mit der theoretischen Ansicht von der Zusammensetzung der Granate übereinstimmte, zu welcher die vorhin angeführten

Analyſen Anleitung gaben. In Vermuthung, es habe irgendwo ein Miſsgriff Statt gefunden, wiederholte ich dieſen Verſuch, ſo wie auch die meiſten der übrigen, dreimal und ſtellte einen vierten bloſs zur Beſtimmung des Kieſelerde-Gehaltes an. Die Reſultate wichen aber nur ſo unbedeutend von einander ab, wie es ſelbſt bei den genaueſten Analyſen nicht ungewöhnlich iſt. Was noch mehr die Aufmerkſamkeit auf ſich zieht, als der bloſse Ueberſchuſs des einen Beſtandtheiles, iſt der Umſtand, daſs der Sauerſtoff der Baſen mit dem der Kieſelerde verglichen, ganz leicht auf ein *Biſilicat* deutet, ſo daſs die Zuſammenſetzungsformel den Ausdruck bekommt

$$\left.\begin{matrix} f \\ C \\ mn \end{matrix}\right\} S + AS^2 \text{ oder richtiger } AS + \left.\begin{matrix} f \\ C \\ mn \end{matrix}\right\} S^2$$

indem man vorausſetzen muſs, daſs die ſtärkern Baſen die gröſste Menge Kieſelerde aufnehmen. Eine ſolche Abweichung von dem, was die Erfahrung über die Zuſammenſetzung ſo vieler Granaten beſtätigt, kann indeſs ſchwerlich durch die Analyſe eines Minerals als bewieſen angeſehen werden, welches, wie das in Rede ſtehende, durch fremde Einmengung ſo unrein iſt. Ich glaube daher, daſs hinſichtlich dieſes Verhältniſſes, der Granat von *Klemetsaune* einſtweilen bei Seite geſetzt werden muſs.

Die ſämmtlichen hier angeführten Analyſen, welche nur mit Zuziehung der Anſichten des Hrn. Mitſcherlich über das Zuſammenkryſtalliſiren iſomorpher Baſen, einen Begriff von der chemiſchen Conſtitution der unterſuchten Mineralien geben können, würden wie es ſcheint, ganz offenbar die Beſtimmung eines allgemeinen Princips für die Zuſam-

mensetzung der Granaten darbieten, wenn die Anzahl der von mir untersuchten, in Vergleich mit den zahlreichen Abarten dieses Geschlechtes nicht zu beschränkt wäre, um daraus eine so allgemeine Schlussfolge ziehen zu dürfen. Um zu sehen, in wiefern die schon früher vorhandenen Granat-Analysen zu einer grösseren Gewisheit führen würden, habe ich einen Vergleich derselben unternommen, aber die Schlüsse, die man aus den meisten älteren ziehen kann, sind im höchsten Grade unsicher, da diese Untersuchungen in eine Zeit fielen, in der keine theoretische Ansichten mit ihnen in Verbindung standen, und man deshalb kein besonderes Interesse auf völlige Genauigkeit in den quantitativen Verhältnissen legte, auch die Methoden der Analyse, gegen die jetzige Vollkommenheit derselben sehr mangelhaft waren. Indess sind mehrere darunter, die nicht undeutlich die Anwendung desselben Princips gestatten, welches die Lehre von den bestimmten Proportionen und die Eigenschaften der isomorphen Basen darbieten und dem ich bei der Berechnung der Zusammensetzung der von mir untersuchten Granaten folgte. Ich werde hier die Resultate einiger dieser Analysen aufführen und den Sauerstoffgehalt der Educte daneben setzen:

Karsten's *Almandin* (Hauy's Tabl. comp.)

Kieselerde	37,75	hält Sauerstoff	18,94
Thonerde	27,25	- - -	12,72
Eisenoxydul	32,32	- - -	7,35
Mangan	0,25		
	97,57		

Ich habe das Eisenoxyd als Oxydul in Rechnung gebracht, weil dieses Metall im *Almandin* wahrscheinlich immer auf dieser niedrigen Oxydations-Stufe vorhanden ist. Im Falle man mit vollem Vertrauen annehmen kann, dass Eisen und Thonerde scharf von einander abgeschieden wurden, so passt die theoretische Ansicht gewiss nicht auf die Zusammensetzung dieses Granaten.

Klaproth's *Melanit* (Tabl. compar.)

Kieselerde	35,50	hält Sauerstoff			17,85
Thonerde	6,00	-	-	-	2,80
Eisenoxyd	25,25	-	-	-	7,66
Kalkerde	32,50	-	-	-	9,12
Mangan	0,40				
	99,65				

In der Voraussetzung, dass die Analyse einer kleinen Correction bedarf, liefert sie deutlich die Formel $\left. CS + \frac{A}{F} \right\} S$.

Klaproth's *Pyrop*. (Tabl. compar.)

Kieselerde	40,0	hält Sauerstoff			20,12
Thonerde	28,5	-	-	-	13,31
Talkerde	10,0	-	-	-	3,87
Eisenoxydul	14,8	-	-	-	3,37
Kalkerde	3,5	-	-	-	0,97
Mangan	0,2				
	97,0				

Die Reduction des Eisens zu Oxydul wird durch die Analogie mit den übrigen Granaten gerechtfertigt, in denen man dieses Metall und die Thonerde in grösserer Menge beisammen findet. Die Zusammensez-

zung des Pyrop's würde sich wohl nach dieser Analyse ohne Schwierigkeit durch die Formel $\left.\begin{matrix}M\\C\\f\end{matrix}\right\} S + 2AS$ ausdrücken lassen; aber es bedarf mehrerer Beispiele, um eine solche Zusammensetzung bei Granaten annehmen zu können. Zieht man neben dem Verlust in der Analyse zugleich die Schwierigkeit in Betracht, Talk- und Thonerde mit Genauigkeit von einander zu trennen, welche bei den älteren Methoden noch grösser war, als bei den jetzigen, so muss man das Urtheil über die Zusammensetzung des Pyrop's auf weiteren Untersuchungen beruhen lassen.

Vauquelin's *böhmischer Granat.* (Tabl. compar.)

Kieselerde	36,0	hält Sauerstoff	18,10
Thonerde	22,0	- - -	10,27
Eisenoxydul	36,8	- - -	8,37
Kalkerde	3,0	- - -	0,84
	97,0		

Die Annahme des Eisens als Oxydul wird, beim böhmischen Granaten, sowohl durch die schon vorhin gemachte Bemerkung gerechtfertigt, als auch durch das Verhalten desselben vor dem Löthrohr. Sehr wahrscheinlich wird man aus der Analyse die Formel $fS + AS$, oder wenn man will, $\left.\begin{matrix}f\\C\end{matrix}\right\} S + AS$ herleiten können.

Klaproth's *sibirischer Granat.* (Tabl. compar.)

Kieselerde	44,0	hält Sauerstoff	22,13
Thonerde	8,5	- - -	3,90
Kalkerde	35,5	- - -	9,97
Eisenoxyd	12,0	- - -	3,64
Mangan u. Verlust	2,0		
	100,0		

Das Resultat dieser Analyse läſst sich unmöglich in die einfache Formel mit zwei Ausdrücken bringen, worin die Basen im gleichen Sättigungsgrad mit der Kieselerde verbunden sind. Dieselbe Bemerkung gilt für den von Vauquelin analysirten Granat von Pic d'Ereslidz (Tabl. comp.).

Melanit, analysirt von Hrn. Hisinger. (Afh. i Physik och Kemi, II. 153.

Kieselerde .	34,53	hält	Sauerstoff		17,36
Kalkerde .	24,36	-	-	-	6,84
Eisenoxydul .	36,01	-	-	-	8,20
Thonerde .	1,00	-	-	-	0,46
Flüchtige Theile	0,50				
Verlust . .	3,60				
	100,00				

Der groſse Verlust erschwert die Berechnung dieser Analyse, die indessen die Formel $\left.\begin{matrix}C\\f\end{matrix}\right\} S + \left.\begin{matrix}F\\A\end{matrix}\right\} S$ anzudeuten scheint.

Vauquelin's *Melanit*. (Afh. i Physik och Kemi, IV. 158.)

Kieselerde	34,0	hält	Sauerstoff		17,10
Kalkerde	33,0	-	-	-	9,26
Thonerde	6,4	-	-	-	2,98
Eisenoxyd	25,5	-	-	-	7,81
Verlust	1,1				
	100,0				

Hier ist aller Grund zu der Formel $CS + \left.\begin{matrix}F\\A\end{matrix}\right\} S$, oder besser $\left.\begin{matrix}C\\f\end{matrix}\right\} S + \left.\begin{matrix}F\\A\end{matrix}\right\} S$; es wäre aber nöthig, aus dem Verfahren beurtheilen zu können, ob alle Kieselerde, welche Thonerde und Eisen mit sich reiſsen, von diesen abgeschieden wurde.

Granat von *Dannemora*. (Afh. etc. II. 188.)

Kiefelerde	34,04	hält Sauerftoff	17,12
Thonerde	18,07	- - -	8,44
Kalkerde	16,56	- - -	4,65
Eifenoxydul	9,00	- - -	2,04
Manganoxydul	21,60	- - -	4,80
Talkerde	0,56		
	100,13		

Diefe Analyfe kann eine Formel geben, die fi nähert $= \left.\begin{matrix} C \\ mn \\ f \end{matrix}\right\} S + \left.\begin{matrix} F \\ A \end{matrix}\right\} S.$

Buchholz's Granat. (Afh. etc. III. 329.)

Kiefelerde . .	34,50	hält Sauerftoff	17,37
Kalkerde . .	30,75	- - -	8,63
Manganoxydul .	3,26	- - -	0,71
Eifenoxyd . .	25,00	- - -	7,66
Thonerde . .	2,00	- - -	0,93
Kohlenfäure u. Waffer	4,25		
	99,76		

Aus diefem folgt die Formel: $\left.\begin{matrix} C \\ mn \end{matrix}\right\} S + \left.\begin{matrix} F \\ A \end{matrix}\right\} S,$ welcher eine kleine Einmengung von kohlenfaur Kalk hinzu kommt, die durch die Gegenwart Kohlenfäure angedeutet wird und den Ueberfch von Kalkerde erklärt.

Rothhoffit *von Langbanshytta*. (Afhandl. etc. III. p. 329.

Kohlenfäure	2,00		
Kiefelerde	35,00	hält Sauerftoff	17,3
Eifenoxyd	26,00	- - -	8,0
Kalkerde	24,70	- - -	6,3
Manganoxydul	8,01	- - -	1,9
Thonerde	0,20		
Natron	1,24		
Verluft	2,25		
	100,00		

Da bei der Analyſe bemerkt iſt, daſs ſich das Mineral ohne Entwicklung von Chlor in Salzſäure auflöſe, ſo zeigt dieſs den niederen Oxydations-Grad des Mangans an und darnach habe ich auch daſſelbe berechnet. Dieſer Granat, der nahe mit dem gelben von demſelben Fundorte verwandt zu ſeyn ſcheint, giebt auch dieſelbe Formel: $\left.\begin{matrix} C \\ mn \end{matrix}\right\} S + FS.$

Granat von *Lindbo.*
(unterſucht von Hrn. Hiſinger. K. Vet. Ac. Handl. 1821.)

giebt die Formel $\left.\begin{matrix} C \\ mn \\ f \end{matrix}\right\} S + FS.$

Granat von *Sahla*

Zwei Varietäten, analyſirt von Hrn. Bredberg (K. Vet. Ac. Handl. 1822. 1. St. p. 83.) geben die Formel

$$\left.\begin{matrix} C \\ M \end{matrix}\right\} S + \left.\begin{matrix} A \\ F \end{matrix}\right\} S.$$

Der Granaten von Fahlun wurde ſchon zu Anfange dieſer Abhandlung erwähnt.

Unter den Analyſen, die mit der äuſserſten Sorgfalt angeſtellt wurden, kommen jedoch zwei vor, die eine ſtarke Abweichung von dem Verhältniſs zeigen, das man in Folge der hier aufgeſtellten Anſichten annehmen könnte, als hinweiſend auf ein allgemeines Princip für die chemiſche Conſtruction der Granaten. Die Verſuche, welche Hr. Arrhenius und d'Ohſſon mit dem Granat von *Broddbo* und *Finbo* anſtellten, gaben für den erſten die Formel: $fS^2 + 2mnS + 2AS$ und für letzteren: $fS^2 + mnS + 2AS$. Dieſe Zuſammenſetzungen ſcheinen ſich nicht mit dem vereinigen zu wollen, was die Analyſen der von mir unterſuchten Granaten zu erkennen gaben. Bevor man es aber deshalb auf-

giebt, eine für das ganze Granatgeschlecht geltende einfache Zusammensetzungsformel aufzusuchen, wie sie sich aus einem Theil der Analysen ergiebt, möge es mir verstattet seyn, einige Bemerkungen zu machen.

Die Granaten haben im Allgemeinen eine ausgezeichnete Neigung, in ihre chemische Construction fremde Verbindungen aufzunehmen. Oft kann man auf den Flächen der ausgezeichnetsten Krystalle matte Farben unterscheiden, die eine solche Einmengung verrathen. Bisweilen sind diese Einmengungen durch ihre grosse Quantität sichtbar, wie bei dem so eben beschriebenen Granat von *Klemetsaune* und mehreren anderen, welche ich in Sammlungen fand. Eine solche mechanische Einmengung hindert aber die Krystallisation nicht; im Gegentheil könnte man nach mehrern Analogien schliessen, dass diese dadurch befördert werde. Anders möchte die Folge seyn, wenn der Granat die eingemengten Stoffe chemisch mit sich vereinigt hätte. Der Granat von *Broddbo* ist bis jetzt noch nicht krystallisirt gefunden. Er zeigt keine Durchgänge, sondern einen rein körnigen Bruch; allein in Ablösungen scheinen die Ränder ein Streben zur Krystallisation anzudeuten. Sollte man nicht annehmen dürfen, dass die Ausbildung derselben, durch eine fremde, mit den Granaten chemisch verbundene Einmischung, verhindert wurde. Einen ähnlichen Ueberschuss — wie man schicklicherweise sagen kann — findet man bei dem, mit den Granaten so nahe verwandten *Kaneelstein* oder *Essonit*, der wie die beiden angeführten Granat-Arten, denselben körnigen Bruch besitzt, verbunden mit demselben Strich in

den Ablösungen, obgleich mehr bestimmt und grössere Neigung zur regelmässigen Gestalt zeigend.

Wendet man diese Bemerkungen auf den Granat von *Broddbo* an, dessen Analyse die Formel: $fS^2 + 2mnS + 2AS$ gab, so zeigt es sich, dass, wenn man den Ueberschuss oder die der chemischen Verbindung fremde Einmischung als $mnS^2 + fS^2$ annimmt, alsdann die Formel der Granaten $\left.\begin{matrix}mn\\f\end{matrix}\right\}S + AS$ seyn wird. Wollte man den Ueberschuss als aus Eisenbisilicat bestehend ansehen, so ist die Formel einfach $= mnS + AS$, welcher man aber dennoch die erstere vorziehen muss, da wir bis jetzt noch keinen Granat ohne Eisen gefunden haben, obgleich sehr gut ein Mineral denkbar wäre, in welchem die Stelle des Eisenoxyduls völlig durch eine andere mit diesem Oxyde isomorphe Base eingenommen würde.

Was ich hier über den Granaten von *Broddbo* äusserte, gilt jedoch nicht für den von *Finbo*. Dieser gab: $fS^2 + mnS + 2AS$, in welchem daher das Eisenoxydul in dem ersten Gliede als Bisilicat vorhanden ist. Er ist jedoch öfterer und deutlicherer mit fremden Materien vermengt als der von *Broddbo*, und zeigt bisweilen eine krystallinische Fläche, auf sichtbar stark gemengten Massen.

Die Beispiele, welche ich in dieser Abhandlung von der Zusammensetzung der Granaten angeführt habe, scheinen den Beweis zu liefern, dass diese ein Doppel-Silicat mit Basen von gleichem Sättigungsgrade bilden; dass in dem einen Silicat die Thonerde oder das mit diesem isomorphe Eisenoxyd enthalten ist, beide als Verbindungen mit 3 Atomen Sauerstoff

angehörend, und daſs man in dem zweiten, d
morphen Baſen, Eiſenoxydul, Manganoxydul,
und Kalkerde, (deren Sauerſtoffgehalt zu 2 A
angenommen wurde) ſich einander erſetzen, ſ
die Baſen des einen Silicates eben ſo viel Sau
enthalten, als die Baſen des anderen und folglic
ſo viel als der elektro-negative Beſtandtheil, di
ſelerde.

Bezeichnet man, um die chemiſche Conſtr
durch eine Formel auszudrücken, mit R das l
bare Radikal der Baſe, so würde man für die (
ten den allgemeinen Ausdruck haben:

$$\ddot{R}^3 \dddot{S}^2 + 2 \dddot{R}\dddot{S}$$

In wiefern dieſe Schluſsfolge auf das ganze G
ſchlecht eine richtige Anwendung finden mag, mu
weiteren Unterſuchungen zur Entſcheidung überl
ſen bleiben.

II.

Bemerkungen zu der Schrift: Versuche und Beobachtungen über die Geschwindigkeit und Quantität verdichteter atmosphärischer Luft, welche aus Oeffnungen von verschiedener Construction und durch Röhren ausströmt. Von F. K. L. Koch, Eisenhüttengehülfen zur Königshütte am Harz. Nebst 5 Tabellen und 2 Steindrucktafeln. Göttingen bei C. Ed. Rosenbusch. 1824.

von

Dr. G. G. Schmidt, Prof. d. Math. u. Phys. zu Giessen.

Herr Koch hat in der angeführten Schrift, welche aus dem ersten Bande der Studien des Göttingischen Vereins Bergmännischer Freunde besonders abgedruckt ist, höchst interessante Beobachtungen mitgetheilt, die er über das Ausströmen verdichteter atmosphärischer Luft aus Oeffnungen von verschiedener Construction und gegebener Gröſse mit einem sehr ins Groſse ausgeführten Apparat angestellt hat. Da diese Versuche im Grunde den meinigen nachgebildet wurden, welche im 66. Bande S. 39 u. ff. der Gilbertschen Annalen beschrieben sind, und Hr. Koch aus seinen Versuchen Resultate gezogen hat, von welchen er glaubt, sie widersprächen dem von mir aufgestellten Gesetz über das Ausströmen der Gasarten; so wird es den Lesern dieser Zeitschrift wohl nicht unangenehm seyn, Hrn. Kochs Versuche hier be-

mensetzung der Granaten darbieten, wenn die Anzahl der von mir untersuchten, in Vergleich mit den zahlreichen Abarten dieses Geschlechtes nicht zu beschränkt wäre, um daraus eine so allgemeine Schlussfolge ziehen zu dürfen. Um zu sehen, in wiefern die schon früher vorhandenen Granat-Analysen zu einer grösseren Gewissheit führen würden, habe ich einen Vergleich derselben unternommen, aber die Schlüsse, die man aus den meisten älteren ziehen kann, sind im höchsten Grade unsicher, da diese Untersuchungen in eine Zeit fielen, in der keine theoretische Ansichten mit ihnen in Verbindung standen, und man deshalb kein besonderes Interesse auf völlige Genauigkeit in den quantitativen Verhältnissen legte, auch die Methoden der Analyse, gegen die jetzige Vollkommenheit derselben sehr mangelhaft waren. Indess sind mehrere darunter, die nicht undeutlich die Anwendung desselben Princips gestatten, welches die Lehre von den bestimmten Proportionen und die Eigenschaften der isomorphen Basen darbieten und dem ich bei der Berechnung der Zusammensetzung der von mir untersuchten Granaten folgte. Ich werde hier die Resultate einiger dieser Analysen aufführen und den Sauerstoffgehalt der Educte daneben setzen:

Karsten's *Almandin* (Hauy's Tabl. comp.)

Kieselerde	37,75	hält Sauerstoff	18,94
Thonerde	27,25	- - -	12,72
Eisenoxydul	32,32	- - -	7,35
Mangan	0,25		
	97,57		

Ich habe das Eisenoxyd als Oxydul in Rechnung gebracht, weil dieses Metall im *Almandin* wahrscheinlich immer auf dieser niedrigen Oxydations-Stufe vorhanden ist. Im Falle man mit vollem Vertrauen annehmen kann, dass Eisen und Thonerde scharf von einander abgeschieden wurden, so passt die theoretische Ansicht gewiss nicht auf die Zusammensetzung dieses Granaten.

Klaproth's *Melanit* (Tabl. compar.)

Kieselerde	35,50	hält Sauerstoff	17,85
Thonerde	6,00	- - -	2,80
Eisenoxyd	25,23	- - -	7,66
Kalkerde	32,50	- - -	9,12
Mangan	0,40		
	99,63		

In der Voraussetzung, dass die Analyse einer kleinen Correction bedarf, liefert sie deutlich die Formel $CS + \left.\begin{matrix}A\\F\end{matrix}\right\} S$.

Klaproth's *Pyrop*. (Tabl. compar.)

Kieselerde	40,0	hält Sauerstoff	20,12
Thonerde	28,5	- - -	13,31
Talkerde	10,0	- - -	3,87
Eisenoxydul	14,8	- - -	3,37
Kalkerde	3,5	- - -	0,97
Mangan	0,2		
	97,0		

Die Reduction des Eisens zu Oxydul wird durch die Analogie mit den übrigen Granaten gerechtfertigt, in denen man dieses Metall und die Thonerde in grösserer Menge beisammen findet. Die Zusammensez-

net, im Grunde aber weiter kein Gebrauch von denſelben gemacht.

Auf die eben beſchriebene Weiſe wurden mehrere Verſuche über das Ausſtrömen der verdichteten Luft angeſtellt, und zwar 1) durch Oeffnungen in dünnen Platten, 2) durch kurze cylindriſche Anſatzröhren, 3) durch kurze koniſche Röhren, 4) durch längere oder cylindriſche Röhren, die nach und nach verkürzt wurden.

Jetzt wollen wir zuerſt die Reſultate erwähnen, welche die Verſuche über das Ausſtrömen der Luft durch Oeffnungen in dünnen Platten gaben. Von den kreisförmigen Oeffnungen beſaſs

No. 1. 2,96 Linien Durchmeſſer, alſo 0,00033185 Quadr. Fuſs im Querſchnitt;

No. 2. 6,153 Linien Durchmeſſer, 0,0014339 Q. F. Querſchnitt.

Ferner betrug der Querſchnitt des Luftgefäſses A^2 = 19,634980 Q. Fuſs; der des Waſſerbehälters B^2 = 11,98196 Q. Fuſs Kalenberger Maaſs.

Nachdem nun mehrere Beobachtungen angeſtellt waren, verſuchte Hr. Koch eine Gleichung zwiſchen den zuſammengehörigen Druckhöhen und Ausſtrömungszeiten zu finden. Dieſs wollte durch Rechnung nicht ſo gut gelingen als durch geometriſche Conſtruction. Letztere zeigte, daſs man die Zeiten durch die Ordinaten einer Hyperbel darſtellen könne, zu welchen die Druckhöhen als Abſciſſen gehören; beide vom Scheitel aus gerechnet. Hierdurch ergab ſich die Gleichung

$$t = f\sqrt{(a+s)\,s} \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

wo t die Zeiten und s die Druckhöhen bezeichnen; f und a aber zwei beständige Gröſsen, deren Werthe nun aufzufinden ſind. Hr. Koch fand theils durch Combination der Verſuche, theils durch glückliches Probiren für $a = 28$ Fuſs, wenn man die Druckhöhe s durch eine Waſſerſäule in Fuſsen ausdrückt. Nun war es leicht für jeden einzelnen Verſuch die Gröſse f zu beſtimmen, und da die einzelnen Werthe nicht ſehr verſchieden ausfielen, ſo wurde f als wirklich conſtant angeſehen und dafür der ſich aus den einzelnen Verſuchen ergebende Mittelwerth genommen. So fand ſich für die Oeffnung

No. 1. $a = 28$; $f = 72,5873$

No. 2. $a = 28$; $f = 16,6053$

Jetzt konnten für verſchiedene Werthe s und s' der Druckhöhe, die zugehörigen Werthe der Zeiten t und t', alſo auch die Zeitunterſchiede $t - t'$ berechnet und mit den beobachteten Zeitunterſchieden verglichen werden. Es fand in der Regel eine Uebereinſtimmung bis auf einzelne Chronometerſchläge ſtatt.

(Doch muſs der Wahrheit gemäſs bemerkt werden, daſs die berechneten Zeitunterſchiede nicht mit den mittleren Werthen von f, ſondern mit dem jeder Reihe von Verſuchen beſonders angepaſsten Werthen von f gefunden worden ſind). War nun die Gleichung zwiſchen *Druckhöhe* und *Zeit* beſtimmt, ſo konnte aus derſelben leicht eine zweite zwiſchen der *Druckhöhe* und *Geſchwindigkeit* abgeleitet werden.

Aus der Aenderung der Druckhöhe ds, findet sich die Aenderung des Wasserstandes im Luftgefäße

$$= \frac{B^2}{B^2 + A^2} \cdot ds$$

wofür man Cds schreibe, und dann hat man

$$A^2 . Cds = vn^2 dt$$

worin v die Geschwindigkeit und n^2 den Querschnitt der Oeffnung bezeichnen; daraus ist

$$v = \frac{A^2 C}{n^2} \cdot \frac{ds}{dt}$$

und setzt man darin aus der Gleichung (1)

$$\frac{ds}{dt} = \frac{2\sqrt{(a+s)\,s}}{f\,(a+2s)}$$

so ergiebt sich:

$$v = \frac{2A^2.C}{n^2 f} \cdot \frac{\sqrt{(a+s)\,s}}{a+2s}$$

Da nun der Natur der Sache gemäſs, f im verkehrten Verhältnisse zu n^2 stehen muſs, so ist $n^2 f$ eine beständige Gröſse, und so findet sich nach ausgeführter Rechnung

$$v = 750 \frac{\sqrt{(28+s)\,s}}{28+2s}$$

als Gleichung für die Geschwindigkeit der aus Oeffnungen in dünnen Platten strömenden verdichteten Luft.

Zu den Versuchen über das Ausströmen der verdichteten Luft durch kurze cylindrische Ansatzröhren, wurden folgende in Metall gebohrte cylindrische Röhren gebraucht.

No. 1. 2,974 Linien Durchmesser und 1 Zoll lang
No. 2. 4,655 - - - - 1 - -

Zu den Verſuchen über das Ausſtrömen durch coniſche Oeffnungen, folgende coniſche Röhren:

No. 1.	12,‴05 lang;	Durchmeſſer	3,‴015 . . 3,‴1054
No. 2.	18,65 - ;	- -	2,72 . . . 4,66
No. 3.	18,65 - ;	- -	2,63 . . . 6,37
No. 4.	35,50 - ;	- -	2,725 . . . 6,42
No. 5.	6,50 - ;	- -	2,725 . . . 6,3

Der Winkel, welchen die Seiten der coniſchen Mundſtücke mit der Axe des Kegels machten, variirte hiebei von 12′ bis zu 15°. Die Verſuche über das Ausſtrömen der verdichteten Luft durch die kurze Anſatzröhre wurden ganz auf die ſchon beſchriebene Weiſe angeſtellt und ſo das Reſultat gefunden: daſs für kurze Anſatzröhren die Gleichung $t = f\sqrt{(a+s)s}$ beibehalten werden kann und eben ſo der Werth des beſtändigen Faktors a; daſs aber der Werth von f ſich mit der Gröſse und Geſtalt der Ausſtrömungs-Röhre verändert. Sucht man aus der Gleichung für t die Gleichung für v, ſo erhält man im Mittel aus den Verſuchen, bei kurzen cylindriſchen Anſatzröhren

$$v = 930 \frac{\sqrt{(28+s)s}}{28+2s}$$

Bei kurzen coniſchen Röhren, die enge Oeffnung nach auſsen gekehrt

$$v = 1084 \frac{\sqrt{(28+s)s}}{28+2s}$$

Der Einfluſs, welchen die Geſtalt der Oeffnung auf die Geſchwindigkeit des Ausſtrömens der Gaſe äuſsert, ſteht alſo nach Hrn. Kochs Verſuchen, für Oeff-

nungen in dünnen Platten, für kurze cylindrische und conische Oeffnungen, in dem Verhältnisse

750 : 930 : 1084

Meine Versuche gaben im Mittel für diese Verhältnisse

52 : 63 : 70 oder 750 : 909 : 1010.

Hier ist also eine Uebereinstimmung, wie man sie kaum bei Versuchen der Art erwarten kann, besonders wenn man bedenkt, dafs die Gröfse meines Apparates selten Oeffnungen über eine halbe Linie im Durchmesser zuliefs. Wie verhält es sich aber mit dem absoluten Werth von v? Hr. Koch glaubt durch seine Versuche das von mir aufgestellte Gesetz, über das Ausströmen der Gasarten, welches er von vornher aus theoretischen Gründen für unstatthaft erklärt, widerlegt zu haben. Wir werden aber sogleich sehen, dafs Hrn. Kochs theoretische Einwürfe nichts sagen wollen, und dafs seine Versuche einen besonderen Fall des von mir aufgestellten allgemeinen Gesetzes vollkommen bestätigen. Mein Gesetz wird durch die Formel dargestellt:

$$v = A \cdot 2\sqrt{\frac{gx}{\delta}}$$

worin A einen Coëfficienten bezeichnet, welcher den Einflufs der Oeffnung und den Widerstand des Mittels einschliefst; x, δ veränderliche Spannkraft und Dichte des ausströmenden Gases und g Fallraum in einer Sekunde bezeichnen. Die Gründe, welche mich zur Annahme dieser Form des Ausdruckes für die Geschwindigkeit des ausströmenden Gases bewogen, habe ich in dem angeführten Aufsatz angegeben und will

ſie hier nicht wiederholen. Aber von Hrn. Kochs theoretiſchen Einwürfen gegen das, (in ſofern bloſs von verdichteter atmoſphäriſcher Luft, die durch ihre eigene Spannkraft in den leeren Raum entweicht) eigentlich ſchon von Bernoulli aufgeſtellte Geſetz, der Geſchwindigkeit der ausſtrömenden Luft, muſs ich nothwendig reden. Hr. Koch behauptet, man verwechsle hiebei auf eine unſtatthafte Weiſe, elaſtiſche Flüſſigkeiten mit unelaſtiſchen Flüſſigkeiten, und das Geſetz führe auf den Widerſpruch: daſs die Luft bei jeder Verdichtung mit gleicher Geſchwindigkeit in den leeren Raum ſtröme. Wie bekannt ſtellt man ſich vor, die Spannkraft der ausſtrömenden Luft, welche hier die bewegende Kraft iſt, werde hervorgebracht durch den Druck oder das Gewicht einer Luftſäule von gleichförmiger und gleicher Dichte mit der ausſtrömenden Luft, und berechnet nun die zur Höhe dieſer Luftſäule, als Druckhöhe betrachtet, zugehörige Geſchwindigkeit. Allerdings liegt dieſer Vorſtellung eine Art Fiction zum Grunde, aber gewiſs eine ſehr erlaubte! Bei Erzeugung einer Bewegung iſt es ganz einerlei, durch welche Urſache die bewegende Kraft hervorgebracht wird, wenn dieſe nur immer von einerlei Gröſse bleibt. In dem bis auf die kleine Oeffnung überall verſchloſſenen Gefäſse, kann die Spannkraft der Luft nicht anders als eine drückende Kraft wirken und die Luft nicht anders als ein flüſſiger Körper durch die Oeffnung entweichen. Daſs der Luftſtrahl, wenn er einmal zur Oeffnung hinaus iſt, nun vermöge ſeiner Elaſticität andern Geſetzen folgen müſſe, als der Waſſerſtrahl, wird wohl kein Menſch läugnen; aber davon iſt hier die Rede nicht. Man

könnte einwenden, daſs das Waſſer, welches aus einem Gefäſse ſtrömt, zwar ſeine Druckhöhe ändert, nicht aber ſeine Dichte, hingegen bei der ausſtrömenden Luft ſich mit der Spannkraft auch die Dichte ändert. Sehr richtig! aber dieſer Unterſchied zwiſchen elaſtiſchen und unelaſtiſchen Flüſſigkeiten, welche durch Oeffnungen ausſtrömen, wird auch durch die angegebene Berechnungsart berückſichtigt, indem ſie fordert, man ſolle für jeden Moment des Ausſtrömens die der Luft zukommende Dichte und Spannkraft der zu berechnenden Druckhöhe zum Grunde legen. Wenn alſo Hr. Koch behaupten will, es gehe hier eine Verwechslung der Begriffe von elaſtiſchen und unelaſtiſchen Flüſſigkeiten vor, ſo können wir dieſs nicht zugeben. Allerdings iſt es ſehr wahr, daſs wenn Druckhöhe und Spannkraft bei der ausſtrömenden Luft ſich in gleichem Verhältniſſe ändern, alſo der Quotient $\frac{x}{\delta}$ eine beſtändige Gröſse bleibt, die Geſchwindigkeit der auskrömenden Luft auch unveränderlich bleiben müſſe. Iſt dieſs aber nicht den allgemeinen Bewegungsgeſetzen völlig entſprechend? Wer läugnet, daſs die 100 mal gröſsere Kraft in der 100 mal gröſsern oder dichteren Maſſe dieſelbe Geſchwindigkeit erzeuge, als die einfache Kraft in der einfachen Maſſe? Queckſilber flieſst unter gleicher Druckhöhe mit derſelben Geſchwindigkeit aus wie Waſſer, obgleich der abſolute Druck auf die Oeffnung bei dem Queckſilber 13,6 mal gröſser iſt, als bei dem Waſſer.

Doch wir kommen nun auf die Beantwortung der weit wichtigeren Frage: ſind durch Hrn. Koch's Verſuche und die aus ihnen gezogenen Formeln, über-

haupt die Gesetze widerlegt worden, welche für die Berechnung der Geschwindigkeit ausströmender verdichteter Luft aufgestellt habe?

Wir gehen bei Untersuchung dieser Frage wieder von unserer Formel $v = A\,2\sqrt{\frac{gx}{\delta}}$ aus. Bei Anwendung dieser Formel sind offenbar zwei Fälle zu unterscheiden: 1) die veränderliche Dichte der ausströmenden Luft, schwebt zwischen so engen Gränzen, dass man sie für unveränderlich annehmen kann, oder 2) diess ist nicht der Fall. Wir wollen jetzt den ersten Fall voraussetzen und die Zeit suchen, welche erforderlich ist, damit eine bestimmte Menge verdichteter Luft, durch eine Oeffnung von gegebener Grösse entweicht. Dabei wollen wir eine solche Einrichtung des Apparates voraussetzen, wie sie bei Hrn Koch's und den meisten von mir angestellten Versuchen Statt fand, d. h. bei welcher die Menge des ausströmenden Gases durch den Querschnitt des Condensationsgefässes und durch die Geschwindigkeit des in demselben ansteigenden Wasserspiegels bedingt ist. Nennt man also den Querschnitt des Gefässes $= q^2$; den Querschnitt der Oeffnung n^2; das Element der Zeit $= dt$; die dazu gehörige Geschwindigkeit des Wasserspiegels $= dz$ und die Geschwindigkeit der ausströmenden Luft $= v$, so müssen wir von der Differenzialgleichung

$$vn^2\,dt = q^2\,dz$$

ausgehen. Nun ist die Aenderung der Druckhöhe dx zu der Aenderung dz durch das beständige Verhältniss der Querschnitte des cylindrischen Wasserbehäl-

ters zum cylindrischen Luftgefäfse gegeben und sey hier mit

$$-mdx = dz$$

bezeichnet, weil x abnimmt, wenn z wächst.

Setzen wir nun in die obige Differenzialgleichung für v und dz ihre Werthe, so erhalten wir

$$n^2 A\, 2\sqrt{\frac{gx}{\delta}}\,.\,dt = -mq^2\, dx$$

oder

$$dt = -\frac{mq^2}{2n^2 A}\sqrt{\frac{\delta}{g}}\,.\,\frac{dx}{\sqrt{x}}$$

Integrirt man diese Gleichung und betrachtet δ als beständig, so erhält man:

$$t = -\frac{mq^2}{2n^2 A}\sqrt{\frac{\delta}{g}}\,.\,2\sqrt{x} + C$$

oder wenn man die Zeit t von $x = s$ bis $x = o$ sucht

$$t = \frac{mq^2}{n^2 A}\sqrt{\frac{\delta}{g}}\,.\sqrt{s}$$

Bezeichnet nun s die Höhe einer Wassersäule, in Fufsen ausgedrückt, und setzt man die zum Druck der Atmosphäre gehörige Wassersäule = 32 Fufs, die dazu gehörige Dichte der atmosphärischen Luft = d, so erhält man

$$\delta = \left(\frac{32 + S}{32}\right) d$$

und dieser Werth in die obige Gleichung geschrieben, giebt

$$t = \frac{mq^2}{n^2 A}\sqrt{\frac{d}{32 g}}\,.\sqrt{(32 + s)\, s}$$

Schreibt man für den beständigen Faktor kurzweg f und für $32 = a$, so hätte man genau Hrn. Koch's Gleichung

$$t = f\sqrt{(a + s)\, s}$$

Hr. Koch hätte alſo von meiner Theorie ausgehend im Voraus beſtimmen können, daſs in dem Fall, wo man δ als beſtändig betrachten darf, die Gleichung zwiſchen s und t hyperboliſch ausfallen müſſe. Daſs er es nicht gethan hat, ſondern etwas andres ſuchte und nicht fand, iſt gerade die ſchönſte Beſtätigung meines Geſetzes. Warum hat aber Hr. Koch, indem er von der durch Conſtruction gefundenen Form der Gleichung ausging, und nun den mittleren Werth der beſtändigen Gröſse a durch Anpaſſen und Probiren mit den Verſuchen herleitet, für dieſen nicht 32, ſondern 28 gefunden? Darauf läſst ſich folgendermaſsen antworten. Es iſt, wenn man auch δ als eine beſtändige Gröſse betrachten will, der Wahrheit mehr gemäſs, für δ nicht den gröſsten, ſondern den mittleren Werth, d. h.

$$\left(\frac{32 + \frac{1}{2}s}{32}\right) d$$

zu ſchreiben, und dann erhält die Gleichung die Form

$$t = f\sqrt{(32 + \tfrac{1}{2}s)\, s}$$

die freilich nicht mehr genau zu der Hyperbel paſst. Es iſt aber, wenn s nahe $= \delta$ wäre, offenbar einerlei, ob man $\sqrt{28 + 8}$ oder $\sqrt{32 + 4}$ ſchreibt. Da nun Hr. Koch einmal von der hyperboliſchen Form der Gleichung ausging, und ferner ſeine gröſsten Druckhöhen nicht viel von 8 Fuſs verſchieden waren, indem ſie nur zwiſchen 6 und 7 Fuſs betrugen, ſo iſt es gar kein Wunder, daſs ſich durchs Probiren, für a der mittlere Werth von 28 ergeben hat. So hätten wir alſo die Formel des Hrn. Koch mit der unſrigen für einen gewiſſen Fall in völlige Uebereinſtimmung gebracht. Welcher von beiden die gröſsere Allgemeingültigkeit

zukomme, braucht nach dem bisher Gesagten kaum weiter erörtert zu werden. Die Voraussetzung von der Beständigkeit des Faktors δ findet bei der durch Oeffnungen strömenden verdichteten Luft nur innerhalb gewisser Grenzen Statt, bei grossen Verdichtungen aber nicht mehr. Ich habe daher absichtlich meine Formel auch bei starken Verdichtungen mit Hülfe des Condensationsgebläses und bei andern Gasarten als atmosphärische Luft geprüft und sie *richtig* befunden. Wollte man die Koch'sche Formel für die Geschwindigkeit

$$v = G\,\frac{\sqrt{(28+s)\,s}}{28+s}$$

auf andere Gasarten als die atmosphärische Luft anwenden, und dabei denselben Werth des Coëfficienten $G = 750$ oder 930 oder 1084 anwenden, je nachdem die Oeffnungen beschaffen sind, so würde man grosse Fehler begehen. Man müsste für jedes Gas den Werth des Coëfficienten G durch besondere Versuche bestimmen. Meine Formel drückt diess kurz und allgemein so aus: Die Geschwindigkeiten der Ausströmungen bei verschiedenen Gasarten, verhalten sich verkehrt wie die Quadratwurzel, aus den Dichten der Gasarten, alles Uebrige gleichgesetzt. In der angeführten Stelle der Gilbert'schen Annalen, habe ich die Gleichung für die Zeit entwickelt, in der ein verdichtetes Gas mittelst seiner eignen Spannkraft durch eine enge Oeffnung aus einem Gefässe entweicht *). Hier

*) Zum Vergleich mit dem Resultat der folgenden Betrachtung setze ich diese Formel hieher; sie ist:

$$t = \frac{-q^2 a}{2 e^2}\sqrt{\frac{d}{gb}}\ \log\text{nat}\left\{\frac{\frac{1}{2}b + H + \sqrt{H(b+H)}}{\frac{1}{2}b + h + \sqrt{h(b+h)}}\right\}$$

in der bezeichnen: t die Ausströmungszeit; b und d die Spann-

will ich noch den Fall betrachten, wenn das Entweichen des Gases durch den Druck einer Wassersäule und das Ansteigen des Wasserspiegels im Condensationsgefäfs bedingt ist. Diefs bildet den andern Fall der oben betrachteten Aufgabe, bei dem wir δ veränderlich setzen. Gehen wir wieder von der Gleichung

$$dt = -\frac{mq^2}{2n^2 A}\sqrt{\frac{\delta}{g}}\cdot\frac{dx}{\sqrt{x}}$$

aus; erwägen, dafs δ selbst eine Function von x ist, welche sich durch die Gleichung

$$\delta = \left(\frac{b+x}{b}\right) d$$

darstellen läfst, worin d die Dichte des Gases unter dem Druck der Atmosphäre $= b$ bezeichnet, und nehmen an, dafs auf die Dichte des Gases weiter keine Ursachen Einflufs haben als Druck und Spannung, so haben wir die Gleichung zu integriren:

$$dt = -\frac{mq^2}{2n^2 A}\cdot\sqrt{\frac{d}{gb}}\cdot\sqrt{\frac{(b+x)}{x}}\cdot dx$$

Schreibt man nun z statt $\sqrt{\frac{b+x}{x}}$, so verwandelt sich der veränderliche Theil des Differentials $\sqrt{\frac{b+x}{x}}\cdot dx$ nach gehöriger Rechnung in

$$\frac{-2b\,z^2\,dz}{(z^2-1)^2}$$

zerstreuet man darauf die gebrochene Function und integrirt, so erhält man:

$$-\frac{b}{z^2-1}\,\tfrac{1}{2}b\,.\log\text{nat}\left(\frac{z+1}{z-1}\right)+C$$

und wenn man hierin wieder rückwärts z in x aus

kraft und Dichte der äufseren Luft; $b+H$, $b+h$ die Spannkraft der eingeschlossenen Luft zu Anfang und zu Ende des Versuches; $g^2 a$ den körperlichen Inhalt des prismatischen oder cylindrischen Luftbehälters; e^2 den Querschnitt der Ausströmungsöffnung und g den Fallraum in der ersten Sekunde, als Maafs der Schwerkraft. (P.)

drückt, und das Integral mit den vorhin weggelassenen beständigen Factor multiplizirt, so erhält man für die Zeit

$$t = \frac{-mq^2}{2n^2A}\sqrt{\frac{d}{gb}}\left[-x + \tfrac{1}{2}b \text{ log nat}\left(\frac{\sqrt{b+x}+\sqrt{x}}{\sqrt{b+x}-\sqrt{x}}\right)\right] + C$$

Sucht man nun die Zeit t von $x = h$ bis $x = o$, so erhält man endlich

$$t = \frac{mq^2}{2n^2A}\sqrt{\frac{d}{gb}}\left[-h + \tfrac{1}{2}b \text{ log nat}\left(\frac{\sqrt{b+h}+\sqrt{h}}{\sqrt{b+h}-\sqrt{h}}\right)\right]$$

als den scharfen Ausdruck für die Zeit des Ausströmens bei veränderlicher Spannung und Dichte der Luft.

Nach dieser Abschweifung kehren wir zu Hrn. Kochs Schrift zurück und sehen, was wir seinen eignen Untersuchungen weiter zu danken haben. Hr. Koch stellt auch Versuche über den Einfluss an, welchen längere Röhren auf die Geschwindigkeit der ausströmenden Luft äussern. Er bediente sich hierzu zweier Röhren von Messing, von denen No. 1. einen Durchmesser von 4,'''19 hatte und 33'' 6''' lang war; No. 2. aber 3,'''1 im Durchmesser und 27'' 1''' Länge hatte. Diese Röhren wurden an den Hahn des Luftgefässes befestigt; die Luft mittelst bekannter Druckhöhen zum Ausströmen gebracht und, wie früher erwähnt worden, die zugehörigen Zeiten beobachtet. Mit jeder Röhre wurde eine Reihe von Versuchen angestellt und die Röhre nach und nach bis auf ein kurzes Ansatzröhrchen weggeschnitten. Indem nun Hr. Koch die beobachteten Zeiten und Geschwindigkeiten nach seinen bereits gefundenen Formeln zu berechnen suchte, so fand er, dass in der Gleichung:

$$v = G\,\frac{\sqrt{(a+s)\,s}}{a+2s}$$

das G und a mit der Länge und dem Durchmesser der Röhrenleitung variire. So findet er z. B. folgende zusammengehörige Werthe

für die Röhre No. 1.

Länge	33″ 6‴;	G = 825,5	a = 59
	27. 1	= 827,6	= 54
	21. 1	= 858,3	= 49
	15. 1	= 867,0	= 44
	9. 1	= 877,9	= 36
	6. 1	= 896,6	= 33
	3. 1	= 892,8	= 29
	2.	= 903,6	= 28

für die Röhre No. 2.

Länge	27″ 1‴	G = 798	a = 61
	21. 1	= 822,3	= 56
	15. 1	= 847,5	= 48
	9. 1	= 865,6	= 40
	6. 1	= 891,5	= 36
	3. 1	= 919,7	= 31
	2.	= 925,8	= 29
	1. 6	= 927	= 28

Nun versucht Hr. Koch aus den gewonnenen Resultaten für G und a und Länge und Durchmesser der Röhrenleitung Gleichungen aufzufinden. Für den Coëfficienten a giebt es folgende Formel;

$$a = \sqrt{355{,}88\,\frac{l}{d} + 606{,}06}$$

für G zwei Formeln, von denen wir nur die zweite mittheilen wollen

$$G = 930\,.\,e^{(l - \frac{1}{2}d)}$$

l und d bezeichnen Länge und Durchmesser der Röhre, jene in Zollen, diese in Linien ausgedrückt; e selbst ist aber eine mit dem Durchmesser der Röhre veränderliche Größe, für die Hr. Koch folgende zusammengehörige Werthe mittheilt:

d	e	d	e
0,‴00 . .	0,00000	6,00 . . .	0,99860
3,1 . . .	0,99399	∞	1,00000
4,19 . . .	0,99714		

Wir müssen es hier dahin gestellt seyn lassen, ob es Hrn. Koch durch seine ziemlich weitläuftig zu berechnenden Formeln besser geglückt sey, als uns, die Geschwindigkeit der durch Röhrenleitung von gegebener Länge und Durchmesser strömenden Luft, unter bestimmter Druckhöhe aufzufinden. Uebrigens gelten gegen diese Formeln alle die Einwendungen, welche wir bereits oben gegen die Grundformel gemacht haben, aus welcher sie abgeleitet sind.

Unserer Ueberzeugung nach sind weder Hrn. Kochs, noch unsere früher über diesen Gegenstand angestellten Versuche hinreichend, um ein allgemeines Gesetz über den Widerstand der Röhrenleitung zu begründen. Die Versuche müssen mehr verändert und besonders mit längeren Röhrenleitungen widerholet werden. Der Widerstand der Röhrenleitung ist wohl nicht bloss Funktion von der Länge und dem Durchmesser der Röhre, sondern auch von der Geschwindigkeit und Dichte, mit der das Gas in die Röhre eintritt, also von der Druckhöhe oder Spannkraft des verdichteten Gases. Hiervon kann man sich durch folgende Betrachtung überzeugen.

Man denke sich eine sehr lange Röhre mit einem Gefäss voll stark verdichteter Luft verbunden, beide aber durch einen Hahn oder Ventil oben verschlossen, welches wie bei einer Windbüchse nur auf einen Augenblick geöffnet werde. Die Luft tritt mit einer bestimmten Geschwindigkeit in die Röhre, wird aber fortfahren, vermöge ihrer Spannkraft sich auszudehnen und mit einer abnehmend beschleunigenden Kraft auf sich selbst zu wirken. Nun kommt es nicht bloss auf die Länge und den Durchmesser der Röhre, son-

dern auch auf die ursprüngliche Dichte und Spannkraft der eingesperrten Luft an, wie lange jene beschleunigende Kraft in der Röhre dauren könne.

Wir dürfen nicht vergessen, zu erwähnen, daſs Hrn. Koch's Versuche ein besonders für Blaswerke praktisch richtiges Resultat geliefert haben, nämlich folgendes: wenn man zwischen ein konisches oder cylindrisches Mundstück und das Condensationsgefäſs ein cylindrisches Mittelstück bringt, dessen Durchmesser wenigstens dem weiteren Durchmesser des konischen Mundstücks gleichkommt und dessen Länge den Durchmesser nicht mehr als 120 Mal übertrifft, so wird dadurch die Geschwindigkeit des ausströmenden Gases nur unbedeutend (im Verhältniſs 1084 : 1049) vermindert.

Hr. Koch hat uns endlich noch einige sehr interessante Beobachtungen über den Seitendruck der durch konische Oeffnungen strömenden verdichteten Luft geliefert. In dieser Absicht brachte er in der Mitte des mit No. 4. bezeichneten konischen Mundstückes einen Condensationsmesser mit Quecksilber gefüllt an, und beobachtete während des Ausströmens den Stand derselben. Die beobachteten Quecksilberstände, in Höhen einer Wassersäule ausgedrückt $= \sigma$ gaben mit der zugleich beobachteten eigentlichen Druckhöhe am Condensationsgefäſs s verglichen, folgende zusammengehörige Werthe:

s	σ	s	σ
6,49684	5,712 Fuſs.	2,06032	1,790 Fuſs.
5,26	4,625	1,35585	1,196
4,11504	3,600	0,72965	0,637
3,07231	2,698	0,28795	0,248

Hr. Koch zeigt, daſs, wenn man aus der Gleichung

$$t = \varphi (\alpha + \sigma) \sigma$$

σ berechnet, indem man $\alpha = 26,2$ und $\varphi = 64,1436$ ſetzt, die berechneten mit den beobachteten Werthen von σ gut übereinſtimmen. Nun verbindet Hr. Koch die Gleichung

$$t = f (a + s) s = \varphi (\alpha + \sigma) \sigma$$

und ſucht daraus s, für welches ſich ergiebt:

$$s = \sqrt{\left(\frac{\varphi^2}{f^2} (\alpha\sigma + \sigma^2) + \tfrac{1}{4} a^2\right)} - \tfrac{1}{2} a$$

wo denn: $\frac{\varphi^2}{f^2} = 1,22855$; $a = 28$; $\alpha = 26,2$ geſchrieben werden muſs, um s aus den beobachteten σ zu berechnen. Allerdings wäre, wie der Hr. Verfaſſer bemerkt, es ſehr wünſchenswerth, daſs mehrere Verſuche über den Seitendruck der durch lange Röhren ſtrömenden Gasarten angeſtellt würden, um daraus allgemeine Geſetze zu entwickeln. Wir ſind überzeugt, daſs es eine ſolche Länge der Röhre geben könne, daſs am Ende aller Seitendruck verſchwindet, obgleich das Gas noch mit einer beſtimmten Geſchwindigkeit zur Röhre hinausſtrömt. Es iſt dieſs unſerer oben geäuſserten Anſicht gemäſs, diejenige Länge der Röhre, worin endlich alle beſchleunigende Kraft aufhört und das Gas zur Dichte der atmoſphäriſchen Luft herab gekommen iſt. Den Beſchluſs von Hrn. Koch's intereſſanter Schrift, machen mehrere nach ſeiner Formel berechneten Tafeln, in welchen für die gegebenen s oder σ die zugehörigen Geſchwindigkeiten und Mengen der durch koniſche oder cylindriſche Blaſeröhren ausſtrömenden verdichteten Luft berechnet worden ſind. Dieſe Tafeln ſind beſonders für den Techniker höchſt ſchätzbar und liefern ihm gewiſs recht brauchbare Reſultate zur Beſtimmung der Luftmengen die Gebläſe geben, bei denen die Druckhöhen bis zu 8 Fuſs anſteigen. So wie nun gewiſs jeder Techniker es Hrn. Koch Dank wiſſen wird, ſich einer ſo nützlichen und mühevollen Arbeit unterzogen zu haben, eben ſo ſind wir ihm zum Dank verpflichtet, daſs er unſere früheren Verſuche ſeiner beſondern Aufmerkſamkeit gewürdigt und durch ſeine im Groſsen angeſtellten Erfahrungen beſtätigt und für die Praxis bewährt hat.

III.

Ueber das gleichförmige Ausströmen der atmosphärischen Luft und des Steinkohlengases durch Röhrenleitungen;

von

Herrn P. S. Girard. *)

Hr. Faraday hat 1817 in dem Journ. of Science etc. eine Reihe von Versuchen über das Ausströmen verschiedener Gasarten durch Haarröhrchen von Glas bekannt gemacht, bei welchen er die verschiedenen Gase in einem kupfernen Reservoir bis zum vierfachen Druck der Atmosphäre verdichtet, sie darauf durch ein 508 Millimeter langes Thermometerrohr ausströmen läfst, und die Zeit bemerkt, in welcher der innere Druck bis auf 1¼ Atmosphäre herabgesunken ist. So fand er z. B., dafs wenn die Ausströmungszeit für die atmosphärische Luft 128 Sekunden betrug; für das Kohlensäuregas 156″, 5 und für das Kohlenwasser-

*) Nach d. Annal. de Ch. et Ph. XVI. 129. Dieser mit der vorhergehenden Abhandlung des Hrn. Prof. Schmidt in so naher Beziehung stehende Aufsatz, wird hier gewifs eine schickliche Stelle finden, da die Versuche in demselben in einem Mafsstabe angestellt wurden, über den nicht leicht ein Jeder zu gebieten hat. Dafs er einige Jahre alt ist, wird sein Interesse nicht verringern. Hrn. Faraday's Versuche glaube ich hier übergehen zu können, da, wie man sieht, sie nicht mit allen erforderlichen Angaben versehen waren. P.

stoffgas (Steinkohlengas) 100'' erforderlich waren und daraus schliesst er, dass die Ausströmungszeiten der verschiedenen Gasarten mit deren Dichten wachsen. Auch kommt er sowohl durch diese Versuche als durch andere, in welchen er den Widerstand gemessen, den die Schaufeln eines kleinen Rades bei Bewegung in verschiedenen Gasarten erleiden, zu dem Schluss, dass die relativen Beweglichkeiten dieser Gasarten im umgekehrten Verhältnisse ihrer spezifischen Gewichte stehen; fügt aber hinzu, dass diess Verhältniss nur dann bemerkbar ist, wenn die Gasarten mittelst eines sehr geringen Druckes durch enge Röhren getrieben werden.

In einer späteren Abhandlung (Journ. of Science III.) theilt er Versuche mit, die ihn zu den Schluss führten, dass die spezifische Schwere des Gases keinen beständigen Einfluss auf die Erscheinungen des Strömens derselben durch Röhren haben; so dass unter demselben Druck 7 Kub. Zoll. Kohlenoxydgas in 4,6 Minuten ausfliessen, während ein gleiches Volumen vom ölbildenden Gase, dessen spez. Gewicht fast das nämliche ist, 3,3 Minuten, und ein gleiches Volumen Sauerstoffgas, 5,45 Minuten gebraucht.

Mit welcher Aufmerksamkeit man auch die Versuche prüfen möge, so ist es doch unmöglich aus ihnen irgend eine Folgerung hinsichtlich des Gesetzes des Ausströmens abzuleiten, weil Hr. Faraday weder die Weite noch die Länge der gebrauchten Röhren, noch den Druck angiebt, unter welchen er die Gase ausströmen liess. Dessen ungeachtet boten diese Versuche so merkwürdige Thatsachen dar, dass es wohl der Mühe werth war, sie mit Berücksichtigung aller übergange-

nen Umstände zu wiederholen, besonders hinsichtlich der Temperatur, welche auf das Ausströmen der Gase mehr oder weniger einen ähnlichen Einfluss haben kann, wie auf das Ausströmen tropfbarer Flüssigkeiten durch Haarröhrchen.

Neue Versuche über die Linearbewegung verschiedener Gase dienen endlich auch dazu, die gegenseitige Cohäsion ihrer Theilchen und die Kraft zu bestimmen, mit welcher diese Wesen zufolge ihrer verschiedenen Natur, den Röhren anhaften, in denen sie sich bewegen.

In Erwartung, dass die Untersuchungen der Physiker sich auf diesen interessanten Gegenstand lenken werden, glaubte ich eine Gelegenheit benutzen zu müssen, welche sich mir zu einigen Versuchen über den Ausfluss der atmosphärischen Luft und des Kohlenwasserstoffgases durch Röhren von ziemlichem Durchmesser und sehr beträchtlicher Länge darbot.

Nur durch solche Versuche kann man auf die Principien geführt werden, nach welchen das zur Erleuchtung einer Stadt bestimmte Gas am Vortheilhaftesten zu vertheilen ist; und eben dieses unmittelbaren Nutzens wegen, wird man allein schon veranlasst sie zu unternehmen.

Der auf Befehl des Präfecten des Seine-Departements zur Erleuchtung des Saint-Louis Hospitals errichtete Steinkohlengas-Apparat, bot uns zu diesen Versuchen alle erwünschte Gelegenheit dar und ward mit vieler Zuvorkommenheit zu unserer Benuzzung freigestellt. Hr. Cagniard-de-Latour eines der Mitglieder der mit der Direktion dieser Einrichtung beauftragten Commission und seit lange vortheil-

haft bekannt, durch seine der Akademie überreichten Arbeiten, fand sich bereit, diesen Versuchen mit beizuwohnen, und so haben wir sie gemeinschaftlich unternommen; die Resultate dieser seit den Maymonat angestellten Versuche sind es, von welchen ich hier Rechenschaft ablege.

Das Gas, welches in der Anstalt des Saint-Louis Hospitals aus der Steinkohle gezogen wird, geht nachdem es gewaschen ist, unter einen Gasometer, dessen Querschnitt 9,4968 Quadratmeter enthält und erleidet daselbst einen Druck, der den der Atmosphäre um die Höhe einer Wassersäule von 0,^{m}03383 übertrifft, wie es ein in den obern Theil der Glocke eingelassenes Manometer anzeigt.

Vermöge dieses Druckes geht das Gas aus dem Reservoir durch eine horizontal und 70 Centimeter unterhalb des Bodens liegende Röhrenleitung, welche 3 Zoll oder 81 Millimeter im Durchmesser besitzt und in einer Länge von 623 Meter die Haupttheile des St. Louis Hospitals äusserlich umgiebt.

Wenn man nach Ladung des Gasometers die Verbindung mit der Retorte abschliesst und die andere mit dem Leitungsrohr öffnet, so beginnt augenblicklich das Ausströmen des Gases und zwar bleibt der Druck, unter welchem dieses fortfährt, nahe constant, weil mittelst einer abgefassten Kette der Gewichtverlust möglichst kompensirt wird, welchen der Gasometer in dem Masse erleidet, als er sich in das Wasser der Wanne senkt.

Der Gang des Gasometers wird während seines Fallens oder Steigens durch den Index einer graduir-

ten Skale gemessen, welche an einer der Mauren des Gebäudes verzeichnet ist.

Das Rohr, welches zur Vertheilung des Gases dienet, kann an verschiedenen Stellen seiner Länge geöffnet werden, um dieses entweichen zu lassen, und dadurch war man im Stande mittelst der nämlichen Leitung, folgweise Röhren von gleichem Durchmesser aber verschiedener Länge darzustellen.

Nachdem der Apparat so eingerichtet und alle nöthigen Anordnungen getroffen waren, wurden nach und nach die folgenden Versuche gemacht, deren Resultate hier kürzlich zusammengestellt sind.

Diameter der Röhrenleitung (3 Zoll) . .	$0,^{m}08121$
Höhe der Wassersäule im Manometer (15 Lin.)	0,03383
Querschnitt des Gasometers	9,4968

No. des Versuchs	Temperatur	Länge der Röhre	Senkung des Gasometers in einer Sekunde
1	16° C.	$128,^{m}80$	$0,^{m}1281$
2		375,80	0,07103
3		622,80	0,05414
4	16°	128,80	0,09023
5		375,80	0,05414
6		622,80	0,03947

Diameter der Röhrenleitung	$0,^{m}01579$
Höhe der Wasserfäule im Manometer . .	0,03383
Querfchnitt des Gafometers	0,3631

No. des Verfuchs	Temperatur	Länge der Röhre	Senkung des Gafometers in einer Sekunde
7	15° C.	$36,^{m}91$	$0,^{m}09585$
8		55,91	0,08459
9		88,06	0,06541
10		111,24	0,05526
11	19°	37,53	0,09474
12		56,84	0,08121
13		85,06	0,06767
14		109,04	0,05414
15		126,58	0,05075
16		6,58	0,23800
17	19°	37,53	0,12858
18		56,84	0,10828
19		85,06	0,09587
20		109,04	0,07444
21		126,58	0,06940

Diefe Refultate find meiftentheils die mittleren aus mehreren Verfuchsreihen. Die drei erften Verfuche find mit *Steinkohlengafe* angeftellt, und man fieht aus ihnen, dafs die Röhrenlängen fich wie 1288 : 3758 : 6228 verhielten; die ausgeftrömten Gasquanta aber wie 1281 : 710 : 541. Bei übrigens gleichen Umftänden vermindern fich letztere alfo in dem Maafse, als die Röhren länger werden, und diefs kann offenbar nur dadurch veranlafst feyn, dafs das Gas bei feiner Bewegung einen auf die ganze Ausdehnung

der inneren Röhrenwand vertheilten Widerstand erleidet, ähnlich dem, welcher, wie bekannt, bei der Bewegung tropfbarer Flüssigkeiten Statt findet. Das Sinken des Gasometers geschahe übrigens gleichförmig, wovon man sich durch drei aufeinanderfolgende Versuche überzeugte.

Die Versuche 4, 5, 6 sind mit atmosphärischer Luft angestellt. Die Röhrenlängen stehen bei denselben in den früheren Verhältnissen 1288 : 3758 : 6228; hingegen verhalten sich die ausgeströmten Gasquanta wie 902 : 541 : 394, so dass sie zwar wie bei dem Steinkohlengase in einem umgekehrten Verhältnisse zur Länge der Röhren stehen, aber viel geringer sind als bei jenem. Man sieht überdiess, dass die ausgeströmten Quanta des Steinkohlengases und der Luft nicht im (umgekehrten, einfachen) Verhältniss zu den spezifischen Gewichten stehen.

Bezeichnet man nämlich das spezifische Gewicht der Luft mit 1000, so ist bekanntlich das des Steinkohlengases 555, ersteres also fast doppelt so gross wie letzteres. Die Produkte der Ausströmung stehen hingegen im Verhältniss 135 : 90 ; 71 : 57 und 54 : 37, also in einem viel geringerem.

Zu den übrigen Versuchen wurden Gewehrläufe angewendet, aus denen die Schraubenmutter ausgebohrt war. Ihr Durchmesser betrug 7 Linien, und man hatte über eine so grosse Menge derselben zu gebieten, dass man aus ihnen eine Röhre von 127 Meter zusammensetzen konnte. Auch der hiebei angewandte Gasometer war viel kleiner, indem der Radius seiner Basis nur 34 Centimeter betrug. Seine Füllung ward

so regulirt, dass das in demselben befindliche Gas stets einen Druck erlitt, der dem der Atmosphäre um eine Wassersäule von 0,m0338 überstieg.

Die Versuche 7 bis inclusive 16 sind mit atmosphärischer Luft angestellt, und sie zeigen, dass wenn die Röhrenlängen sich wie 6,58 : 37 : 56 : 88 : 111 : 127 verhalten, die ausgeströmten Luftmengen im Verhältniss 238 : 95 : 84 : 65 : 55 : 50 stehen.

Hierauf ward der Gasometer wieder mit Steinkohlengas gefüllt und mit diesem die Versuche 18, 19, 20, 21 gemacht. Das Verhältniss der Röhrenlängen ist 37 : 57 : 85 : 109 : 127 und das des ausgeströmten Gases 128 : 108 : 93 : 74 : 69, woraus man abermals sieht, dass das Ausströmen des Steinkohlengases auch bei Röhrenleitung von einem kleineren Durchmesser schneller vor sich geht, als das der atmosphärischen Luft, und dieses zwar in einem grösseren Verhältnisse, als dem, worin ihre spezifischen Gewichte stehen.

Zum Schluss dieser Versuche über den Einfluss der Röhrenlängen auf die ausströmenden Gasquanta, bohrten wir in der Decke des Gasometers, welche aus Kupferblech von ungefähr 2 Millimeter Dicke besteht, ein Loch von gleichem Durchmesser mit dem Lauf der Gewehre, aus welchen die frühere Leitung zusammengesetzt war; füllten den Gasometer abwechselnd mit Luft und Steinkohlengas und liessen beide mittelst des Druckes einer Wassersäule von 0,m03383 ausströmen.

So fand sich bei der atmosphärischen Luft, nachdem das Loch geöffnet und das Sinken des Gasometers gleichförmig geworden war, was in sehr kurzer Zeit

geschah, für letzteres 0,^{m}5414 in einer Sekunde. Bei der 127 Meter langen Röhre von gleichem Durchmesser mit dem Loch, betrug das Sinken in gleicher Zeit 50 Millimeter, d. h. ungefähr 11 mal weniger.

Als das Gasometer mit Steinkohlengas gefüllt war, sank es um 0,^{m}7308 in einer Minute, also ebenfalls beinahe 11 mal schneller, wie bei der 127 Meter langen Röhrenleitung, bei der das Sinken nur 69,4 Millimeter betrug.

Wir finden überdieſs bei dem Ausströmen der Gase aus Oeffnungen in dünnen Platten abermals bestätigt, was unsere Versuche über das Ausströmen durch lange Röhrenleitungen schon gezeigt hatten, nämlich, daſs das ausgeströmte Quantum des Steinkohlengases in einem viel gröſseren Verhältnisse zu dem der atmosphärischen Luft steht, als das der umgekehrten spezifischen Gewichte.

Nach dieser Darlegung unserer Versuche, wollen wir sie einer näheren Prüfung unterwerfen und die zu ihrer Erklärung nöthige Theorie aufsuchen.

Es ist zuvor klar, daſs weil die Mengen der ausgeströmten Luft sich mit der Länge der Röhrenleitung vermindern, diese Verminderung von dem Widerstand herrührt, den das Gas bei seiner Bewegung gegen die innere Wand dieser Röhren erleidet, sey es nun, daſs dieser Widerstand durch die Adhäsion des Gases an diese Wand, oder durch die Unebenheiten dieser letzteren erzeugt wird, oder endlich durch beide Ursachen zugleich.

Es ist zweitens klar, daſs weil dieser Widerstand, welchen Ursprungs er auch seyn mag, sich auf die ganze

in Bewegung befindliche Maſſe ausdehnt, die concentriſchen Schichten des Gaſes durch eine gewiſſe Kraft aneinander hangen, und daraus folgt, daſs jede beliebige Schicht durch die, nach Seite der Wand hin, anſtoſsende Schicht in ihrer Bewegung gehemmt und durch die nach Seite der Röhrenaxe anliegende Schicht, in ihrer Bewegung beſchleunigt wird.

Da man nun beweiſt, daſs der Ausdruck dieſer gegenſeitigen Adhärenz der flüſſigen Schichten aus der Summe der retardirenden Kräfte, durch welche dieſe Schichten animirt ſind, verſchwindet, und daſs in dem End-Ausdruck nur derjenige Widerſtand ſtehen bleibt, der an den Wänden der Röhre Statt findet, ſo folgt daraus, daſs der letztere, an den Wänden Statt habende Widerſtand, der einzige iſt, welchen man zu beſtimmen hat.

Es iſt drittens klar, daſs, da während des Ausſtrömens der Gaſe das Gaſometer gleichförmig niederſink, die Gaſe auch mit gleichförmiger Bewegung ausſtrömten und ſie die Röhren unabhängig von der gröſseren oder geringeren Elaſtizität, mit welcher ſie begäbt waren, durchfloſſen.

Dieſe Erſcheinungen bei Bewegung der Gaſe ſind nun genau dieſelben, welche bei der Linearbewegung unelaſtiſcher (tropfbarer) Flüſſigkeiten Statt finden, und dadurch wird der Schluſs erlaubt, daſs auch dieſelben Formeln zur Berechnung der Bewegung der einen oder der andern anwendbar ſind.

Es iſt noch zu bemerken, daſs wenn die Bewegung unelaſtiſcher Flüſſigkeiten in horizontalen oder verſchiedentlich geneigten Röhrenleitungen, aufhört linear zu bleiben, ſobald dieſe Leitungen einen ge-

wissen Durchmesser erreichen, diess nur dadurch entsteht, dass die oberen Schichten der in Bewegung befindlichen flüssigen Masse durch ihr Gewicht den Druck vermehren, welchen die unteren erleiden, und diess den Werth ihrer accelerirenden Kraft verändert, welche man in der Formel für die Linearbewegung angenommen hat. Wenn aber das spezifische Gewicht irgend eines, in einer Röhre von endlichem Durchmesser, in Bewegung befindlichen Gases klein genug ist, damit die unteren Schichten dieses Gases, von Seiten der oberen Schichten nur einen unmerklichen Druck erleiden, so bleiben beide von der nämlichen accelerirenden Kraft angetrieben und die Formeln der Linearbewegung, welche aufhören anwendbar zu seyn, wenn tropfbare Flüssigkeiten sich in Röhren von beträchtlicher Weite bewegen, finden eine strenge Anwendbarkeit bei Gasen von einem geringen spezifischen Gewichte, wie gross auch übrigens der Durchmesser der Röhren seyn mag, in welchen sie sich bewegen.

Dieses angenommen, haben wir nun die accelerirenden und retardirenden Kräfte aufzusuchen, deren Momente sich gegenseitig heben, wenn das Ausströmen der Gase gleichförmig geworden ist.

Der Druck, welchen das Gas bei seinem Eintritt in die Röhrenleitung erleidet, ist gleich dem der Atmosphäre, vermehrt um den einer Wassersäule, welche im Manometer gehalten wird. Der Druck, welchen das Gas beim Austreten aus der Röhre erleidet, ist hingegen nur dem der Atmosphäre gleich.

Die Differenz der beiden Drucke, d. h. das Gewicht der im Manometer gehaltenen Wassersäule ist

alſo offenbar die einzige accelerirende Kraft, welche die Bewegung des Gaſes erzeugt.

Verwandelt man nun dieſe Waſſerſäule in eine Säule einer unelaſtiſchen Flüſſigkeit von gleichem Gewicht, und einem dem in Bewegung befindlichen Gaſe gleichem ſpezifiſchen Gewicht, ſo iſt es klar, daſs man hiedurch, ohne den auf das Gas ausgeübten Druck verändert zu haben, das Syſtem auf den Fall zurück führt, wo das in der Röhre ſich bewegende Fluidum, die vertikale Belaſtung einer gewiſſen Höhe des nämlichen Fluidums erleidet, und dieſs iſt genau der Fall, den die Formeln für die Linearbewegung unelaſtiſcher Flüſſigkeiten ausdrücken.

Nennt man alſo h die Höhe des Waſſers, p ſein ſpezifiſches Gewicht, p' das des luftförmigen Stoffes, welches ſich in der Röhre bewegt, ſo hat man für die Höhe der flüſſigen Säule von gleicher Dichte mit dem Gaſe, und gleichem Gewicht mit der Waſſerſäule des Manometers, den Ausdruck:

$$\frac{hp}{p'}$$

Nennt man g die Schwere und l die Länge der Röhre, ſo iſt die accelerirende Kraft, welche das Gas in der Röhre antreibt, wie bekannt:

$$\frac{ghp}{p'l}$$

Endlich, wenn D den Durchmeſſer der Röhre und π das Verhältniſs des Kreisumfangs zum Diameter bezeichnet, das Moment der accelerirenden Kraft des in der Röhre befinlichen Gaſes:

$$\frac{ghp}{p'l} \times \frac{\pi D^2 l}{4}$$

Was das Moment der retardirenden Kraft betrifft,

ſo iſt, wie man weiſs, $\pi Dl(au + bu^2)$ ſein allgemeiner Ausdruck, in welchem u die gleichförmige Bewegung des Fluidums und a und b zwei durch Verſuche zu beſtimmende conſtante Gröſsen bezeichnen.

So hat man alſo:

$$\frac{gDp}{4p'l} = au + bu^2$$

eine Gleichung, aus welcher man mittelſt unſerer Beobachtungen, die Werthe von a und b abzuleiten hat. Die Gröſse a bezeichnet die Adhäſion des Gaſes an der innern Wand der Röhre oder, wenn dieſe Wand fähig iſt, von dem Gaſe benetzt zu werden, die Adhäſion der Gasſchichten unter ſich; b hingegen iſt eine numeriſche Gröſse, welche von der Anzahl und Anordnung der Unebenheiten abhängt, mit denen die innere Wand der Röhre bedeckt iſt.

Wenn man dieſe Formel auf die in der Zuſammenſtellung aufgeführten Verſuchsreſultate anwendet, ſo findet man für die Coëfficienten a und b ſehr von einander abweichende Werthe, ſowohl wenn man die über das Ausſtrömen des Steinkohlengaſes angeſtellten Verſuche, unter ſich combinirt, als auch, wenn man die mit der atmoſphäriſchen Luft zuſammen faſst, und daraus folgt, daſs die allgemeine Formel

$$\frac{gDhp}{4p'l} = au + bu^2$$

die Erſcheinungen des gleichförmigen Ausflieſsens der Gaſe nicht darſtellen kann.

Wendet man aber auf dieſelben Beobachtungen die einfachere Formel:

$$\frac{gDhp}{4p'l} = bu^2$$

an, in welcher das Moment der retardirenden Kraft durch ein einziges, dem Quadrate der Geschwindigkeit proportionales Glied ausgedrückt wird, so leitet man aus den mit Steinkohlengas angestellten Versuchen No. 1, 2, 3 für b drei Werthe ab, die nicht merklich von einander unterschieden sind und im Mittel = 0,00228 geben; aus den Versuchen No. 3, 4, 5, welche mit atmosphärischer Luft in denselben Röhren angestellt wurden, ergeben sich für b drei fast identische Werthe, deren Mittel = 0,002247.

Dieselbe Formel auf die Versuche angewandt, welche mit den aneinander gefügten Gewehrläufen über das Ausströmen angestellt wurden, gaben beim Steinkohlengase im Mittel für b = 0,00326; und bei der atmosphärischen Luft den Mittelwerth b = 0,00323.

Mithin finden wir zwischen den Coëfficienten der zweiten Potenz der Geschwindigkeit des Steinkohlengases und der atmosphärischen Luft, wenn sich beide gleichförmig in Röhren von $0,^{m}016$ Durchmesser bewegen, die Identität, welche wir schon bei Bewegung dieser Gasarten in Röhren von $0,^{m}081$ Durchmesser bemerkt haben; jedoch mit dem merkwürdigen Umstand, daſs die Coëfficienten, welche für die nämlichen Röhren die nämlichen sind, verschiedene Werthe für verschiedene Röhren erhalten.

So ist z. B. der Coëfficient b für die grosse Röhrenleitung nahe gleich = $0,^{m}00223$, während er für die kleinere, durch die Zahl = $0,^{m}00325$ dargestellt wird.

Diese Differenz rührt, wie leicht zu ersehen ist, von mehreren Ursachen her. Die erste liegt in dem mehr oder weniger vollkommnen Grad der Politur

der innern Fläche der Röhre, durch welche das Ausfließen geschah.

Nun war die große gußeiserne Leitung, welche das St. Louis Hospital umgiebt, schon seit zwei Jahren eingerichtet und täglich zur Fortleitung des Gases gebraucht; sie war innerlich mit einem harzigen Ueberzug bedeckt, welche alle kleinen Vertiefungen der Oberfläche und die Unebenheiten der Verbindungsstellen ausfüllte. Die Gase bewegten sich also auf einer Fläche von ziemlich hohem Grade von Politur und erlitten möglicher Weise auf derselben gar keine Adhärenz.

Dieß fand nicht bei der kleineren Leitung statt. Die Gewehrläufe, aus welchen sie zusammengesetzt ward, hatte man noch nicht zur Vertheilung des Gases benutzt und waren deshalb mit einer Schicht von Eisenoxyd bedeckt, die eine mehr oder weniger rauhe Oberfläche darbot, an welcher die Gase mehr oder minder stark adhäriren mußten. Ueberdieß ließen die Enden der Läufe, denen man die Schraubenmutter ausgebohrt hatte, um sie an einander fügen zu können, nach ihrer Verbindung, einen kleinen Theil der Schraubengänge bloß, und dadurch ward an den Vereinigungen eine ringförmige Schwelle gebildet, gegen welche das Gas eine Reibung ausüben mußte; dieser Widerstand vermehrte sich mit der Zahl der Gewehrläufe, aus welchen die Leitung zusammengesetzt ward; der aus den Versuchen mit der kleineren Röhrenleitung abgeleitete Werth von b mußte also nothwendig vergrößert erscheinen.

Die erste Ursache der Differenz dieses Werthes mit dem, welcher sich aus den Versuchen mit der

Leitung von grösserem Durchmesser ergab, konnte leicht aus der einfachen Ansicht der angewandten Apparate begriffen werden; aber eine zweite Ursache dieser Ungleichheit, obgleich von viel grösserem Erfolg, erfordert mehr Aufmerksamkeit, weil sie aus der Theorie dieser Gattung von Linearbewegung selbst geschöpft werden muss.

Um nämlich aus der allgemeinen Formel für die Bewegung:

$$\frac{gDhp}{4\,hp'uu} = b$$

den Werth von b abzuleiten, haben wir die mittlere Geschwindigkeit der Ausströmung genommen; es ist aber nicht diese mittlere Geschwindigkeit, deren Quadrat mit den Coëfficienten von b multiplizirt werden muss, sondern vielmehr jene Geschwindigkeit, welche unmittelbar an der innern Wand der Röhre selbst statt findet. Da nun die Geschwindigkeit der mit der Röhre in Berührung stehenden Schicht nothwendig geringer seyn muss, als die mittlere der ganzen Masse, so folgt daraus, was wir auch schon anderswo gezeigt haben, dass allemal, wenn die Röhre nicht sehr enge ist, der aus der mittleren Geschwindigkeit abgeleitete Werth von b nothwendig zu schwach seyn muss.

Man sieht überdiess, dass, jemehr sich der Diameter der Röhrenleitung vermindert, desto geringer auch der Unterschied seyn wird, zwischen der mittleren Geschwindigkeit aller concentrischen Schichten und der Geschwindigkeit der unmittelbar mit der Röhre im Contacte befindlichen Schicht.

Nimmt man dieses an, so ist klar, dass für eine Leitung von einer gegebenen Substanz und von einem gewissen Grade von gleichförmiger Politur derselbe Druck auf den Anfang der Leitung, d. h. dieselbe accelerirende Kraft, der mit der Röhrenwand in Berührung stehenden Schicht, stets die nämliche Geschwindigkeit ertheilen muss, wie gross auch übrigens der Durchmesser dieser Leitung seyn mag, weil diese Gasschicht, welche als Hülle der übrigen dient, Kräften unterworfen ist, die von dem Durchmesser nicht abhängen.

Nach welchem Gesetz nun ferner auch die Geschwindigkeit der concentrischen Schichten von der Röhrenwand zum Mittelpunkt hin anwachsen mag, so kann man dennoch immer die mittlere Geschwindigkeit der ganzen, in Bewegung befindlichen Masse, gleich betrachten der Seitengeschwindigkeit, vermehrt um eine gewisse Grösse, die Funktion des Röhrendurchmessers ist und die, weil sie sich mit diesem vermehrt, im Allgemeinen durch eine Reihe ausgedrückt werden kann, aus Gliedern zusammengesetzt, die den folgweisen Potenzen dieses Diameters proportional sind. Nennt man nun v diese constante Seitengeschwindigkeit, welche unter denselben Druck auf einer Fläche von gegebener Natur statt findet und u die mittlere Geschwindigkeit, so hat man stets

$$u = v + mD + nD^2 + oD^3 + pD^4 + \dots;$$

und folglich geht unsere allgemeine Formel in die nachstehende über:

$$\frac{gDhp}{4\,lp'\,(v + mD + nD^2 + oD^3 + \dots)^2} = b$$

welche zeigt, dass der aus den Versuchen nach der

beobachteten mittleren Geschwindigkeit berechnete Coëfficient um so geringer ausfällt, als der Diameter der Röhre gröſser ist; wie denn auch wir für denselben 0,00223 fanden, bei Röhren von 0,^{m}081 Durchmesser und 0,00323 bei Röhren von 0,016 Durchmesser.

Die Resultate der so eben dargelegten Versuche sind demnach folgende:

1) Das Steinkohlengas und die atmosphärische Luft, auf denselben Zustznd der Compression gebracht, bewegen sich nach denselben Gesetzen, und erleiden in denselben Röhren genau denselben Widerstand und dieses unabhängig von ihrem spezifischen Gewichte.

2) Der Widerstand, welchen die gasförmigen Flüssigkeiten bei ihrer Bewegung in Röhrenleitung erfahren, ist genau proportional den Quadraten ihrer mittleren Geschwindigkeiten.

3) Zufolge dieses Gesetzes und das der linearen Bewegung, stehen die Quanta der aus einer Leitung von gegebener gleichförmiger Weite ausströmenden Luft, stets im geraden Verhältnisse zu dem im Reservoire angezeigten Druck, welcher das Ausströmen unterhält, und im umgekehrten Verhältnisse zu den Quadratwurzeln der Länge der Röhren, in welchen das Ausströmen vor sich geht.

IV.

Ueber eine Vervollkommnung der Saussure'schen Haarhygrometers;

von

Hrn. Babinet, Prof. am Coll. royal de Saint Louis. *)

Um bei Metallſtäben die geringen durch Wärme erzeugten Verlängerungen oder bei Drähten und Cylindern von kleinem Durchmeſſer die Dicke zu meſſen, hat man ſich ehedem des ungleicharmigen Hebels bedient, bei welchem die Ortsveränderungen des einen Endes eine ſehr groſse Bewegung in dem andern Ende erzeugen muſste; man hat aber ſpäterhin bemerkt, daſs dieſe Vorrichtung zu Irrthümern Anlaſs giebt, und iſt deshalb darauf zurück gekommen, kleine Verlängerungen unmittelbar mit dem Nonius und der Mikrometerſchraube zu meſſen. **)

Eine ähnliche Verbeſſerung hat Hr. Babinet am Sauſſure'ſchen Hygrometer angebracht. Bekanntlich werden an dieſem bei der gewöhnlichen Einrichtung die Verlängerungen des Haares durch eine Nadel an-

*) Nach dem in den Annal. d. Ch. et Ph. T. XXVI. p. 367 enthaltenen Berichte des Hrn. Fresnel.

**) Obgleich man zu andern Zwecken, in dem Fühlhebel, noch immerfort eine ſehr glückliche Anwendung des erſteren Princips macht, und dadurch eine faſt unglaubliche Genauigkeit erreicht. P.

gezeigt, die an einer Rolle befestigt ist, um welche sich das Haar schlingt. Die beiden Arme des Hebels stehen hier in dem Verhältniss des Radius der Rolle zur Länge der Nadel, und die Kraft, welche das Haar anspannt, ist ein an seinem unteren Ende befindliches Gewicht. Diese Vorrichtung hat jedoch den Nachtheil, dass durch kleine mögliche Veränderungen des Rotationsmittelpunktes (in sofern die Drehungsaxe nicht genau cylindrisch ist oder sie gegen die Rolle excentrisch steht *P.*) und durch die Biegung des Haares, von welchem der um die Rolle gewickelte Theil nicht genau dieselbe Länge behält, wenn die Rolle sich dreht; Fehler entstehen können. (Eben so ist es nöthig, dass, wie bei der Neigungsnadel der Schwerpunkt der ganzen hebelartigen Vorrichtung auf der mathematischen Achse des kleinen Cylinders liege, um welche sich jene dreht, damit das Gewicht mit unveränderter Kraft wirken könne. *P.*) Auch steht zu fürchten, dass die Reibungen dieses kleinen Mechanismus die Empfindlichkeit des Instrumentes verringern, so dass es nicht augenblicklich den geringen hygrometrischen Veränderungen des Haares folge, weshalb man auch oft genöthigt war, ihm durch kleine Erschütterungen zu Hülfe zu kommen.

Bei der von Hrn. Babinet gewählten Anordnung sind diese Unannehmlichkeiten völlig gehoben: das Gewicht hängt frei an dem Haare und man misst die Verlängerungen desselben unmittelbar mit einem Mikroskope, welches man auf das in dem Gewichte eingegrabene Merkzeichen stellt. Das Haar ist mit seinem oberen Ende an einem Metallstück befestigt, welches durch eine Mikrometerschraube gehoben und

gesenkt werden kann, bis das Merkzeichen auf dem Gewichte genau mit dem Faden des Mikroskopes zusammen fällt; alsdann befindet sich das untere Ende des Haares wiederum genau in seiner ursprünglichen Lage, und seine Verlängerung oder Verkürzung ist durch die Gröſse gegeben, um welche man sein oberes Ende heben oder senken muſste; eine Gröſse, welche die Mikrometerschraube mindestens auf ein Hunderttheil eines Millimeters (d. i. fast auf 0,004 par. Linien) miſst. Wenn demnach die totale Verlängerung des Haares 5 bis 6 Millimeter (2,2 par. Linien) beträgt, wie in dem Hygrometer des Hrn. Babinet, worin das Haar eine Länge von 0,25 Meter (9,''25) besitzt, so kann man noch bis auf $\frac{1}{500}$ der hygrometrischen Skala messen, d. h. bis auf $\frac{1}{5}$ eines gewöhnlichen Grades.

Um die beiden festen Punkte zu bestimmen, verschlieſst man den oberen vertikalen Theil des Instrumentes, welcher das Haar enthält, durch einen darüber geschobenen Glascylinder und bringt in das Gefäſs, welches der hohle Fuſs des Hygrometers einschlieſst, abwechselnd Waſser und concentrirte Schwefelsäure. Für beide Fälle stellt man das Merkzeichen auf den Faden des Mikroskopes und zeichnet den Stand der Mikrometerschraube auf. Die Differenz oder die totale Gröſse, um welche die Schraube fortgeschritten ist, giebt die Ausdehnung der hygrometrischen Skale, welche man darauf in 100 Theile theilt, um die Länge eines einzelnen Grades zu haben.

Wenn das Hygrometer mit dem Glascylinder umgeben ist, so kann es auch an jeden paſslichen Apparat angeschraubt werden, deſsen Feuchtigkeit

im Innern man bestimmen will. Soll es aber wie gewöhnlich dazu dienen, die Veränderung der Feuchtigkeit in der atmosphärischen Luft zu messen, so befreit man es im Gegentheil von seiner Hülle.

Hr. Babinet hat in demselben Instrumente 3 Haare neben einander aufgehängt, welche oben sämmtlich an dem durch die Mikrometerschraube beweglichen Metallstück befestigt sind, aber, jedes für sich, durch besondere Gewichte angespannt werden. Dadurch hat man im Grunde 3 Hygrometer, die sich wechselseitig controliren. Ihre Angaben zeigen unter sich nur Differenzen von einem halben Grad; eine Uebereinstimmung, die weit größser ist, als bei den gewöhnlichen Hygrometern.

Man kann in diesem Apparate jede hygroskopische Substanz in Fäden oder dünnen Stäbchen anwenden, gleichviel, ob biegsam oder nicht und mittelst desselben sehr bequem die Ausdehnungen messen, welche sie durch die Feuchtigkeit erleiden. Hr. Babinet hat zur Zeit nur den Coconfaden untersucht, dessen Verlängerungen zwar ungefähr nur halb so viel betragen, als die des Haares, aber dafür den Vorzug haben, daſs sie sich bei den verschiedenen Graden der Sättigung diesen fast proportional verhalten; auch erleidet der Coconfaden viel rascher den Einfluſs des Hygrometrischen Zustandes der Luft und wird weniger durch die Aenderungen der Temperatur ergriffen.

Die nachstehende Zeichnung *) wird die nähere Einrichtung des Instrumentes versinnlichen. Der

*) entlehnt nebst der Beschreibung aus dem Journ. de Pharm. Avr. 1824.

hohle Fuſs, welcher zur Aufnahme des Gefäſses bestimmt ist, trägt den messingenen Cylinder *a*, in welchem groſse weite Oeffnungen eingeschnitten sind, damit die Luft zu den in demselben aufgehängten Haaren *c* freien Zutritt hat. Letztere sind durch ein Metallstück mit der Mikrometerschraube *d* verbunden, und tragen an ihrem untern Ende die Gewichte, deren Visirlinie man bei der Beobachtung genau hinter den Faden des Mikroskopes *e* bringt. Soll zur Bestimmung der festen Punkte des Instrumentes die Luft abgehalten werden, so schiebt man über den Messingcylinder die weite Glasröhre (*b*), welche an zwei hervorspringende Ringe genau anschlieſst und mit ein wenig Wachs völlig luftdicht darauf befestigt wird. Die Verlängerungen oder Verkürzungen des Haares werden mittelst der Mikrometerschraube durch die kleine Skale (*f*) gemessen, welche dem eingetheilten Kopf der Schraube zur Seite steht und dadurch auſser den ganzen Umdrehungen der Schraube auch die Theile derselben in Längenwerthe bestimmt. Hat man für die festen Punkte die Stellungen der Schraube bemerkt, so lassen sich mittelst einer kleinen für jedes Instrument besonders zu verfertigenden Tafel die einzelnen Grade leicht bestimmen *). Bei Hrn. Babinet's Instrument

*) Bei der Genauigkeit, deren das Babinet'sche Hygrometer fähig ist, wäre es auch nicht überflüssig, zugleich in dieser Tafel Rücksicht zu nehmen, auf die Ausdehnung des Metalles, vom Faden des Mikroskopes an bis zur oberen Befestigung des Haares. Wenn bei Hrn. B. die ganze Länge des Haares $0,^{m}25$ beträgt und jedem Grad des Hygrometers $0,^{mm}05$ entspricht, so würde eine Aenderung von 2° C. in der Tempe-

ist jede ganze Umdrehung der Schraube einem halben Millimeter gleich und da der Kopf derselben noch in 50 Theile getheilt ist, so läfst sich noch ein Hunderttheil eines Millimeters messen, also noch ½ Hygrometergrad.

Endlich ist noch zu bemerken, dafs jedes Haar durch das Loch einer kleinen horizontalen Platte geleitet ist, damit, weil 3 neben einander hangen, sie sich nicht verwickeln und dafs beim Transport des Instrumentes die kleinen parallelepipedischen Gewichte (wie es der Figur nach scheint) mittelst zweier horizontaler Messingstäbchen fest gezwängt werden.

ratur, schon ½ Hygrometergrad gleichkommen. Dadurch wäre freilich nicht der Einfluss der Temperatur auf das Haar selbst aufgehoben, sondern nur die Veränderung seiner Länge genau gemessen. P.

V.

Beſchreibung des von Hrn. Adelmann verbeſſerten Goniometers;

vom

Grafen de Bournon *).

Das erſte Goniometer war das, was Carangeot unter der Anleitung von Romé de Lille, dem Vater der jetzigen Kryſtallographie, verfertigte. Dieſes Inſtrument, das einzige, von dem Hauy Gebrauch machte, ward ſpäterhin von Hrn. Gillet de Laumont in ſofern verbeſſert, daſs er für den Halbkreis einen gröſseren Maſsſtab wählte und dadurch alſo auch die Abtheilungen deſſelben deutlicher machte; im Uebrigen theilte es aber mit dem Original-Inſtrument ganz dieſelben Unvollkommenheiten. Eine dieſer letzteren entſpringt aus der Schwierigkeit, die Schenkel des Inſtrumentes genau ſenkrecht auf die Kante zu

*) Aus den Annals of Philoſoph. Sept. 1824. p. 212. Wenn gleich es nicht zu bezweifeln ſteht, daſs die Kryſtalle, denen der zur Reflexion erforderliche Glanz der Flächen abgeht, auch keine ſcharfe bis auf Sekunden reichende Meſſungen ihrer Winkel zulaſſen, ſo wird man dennoch dieſem Inſtrumente, den Vorzug, eine gröſsere Approximation als das Hauy'ſche zu geben, nicht abſprechen können. Ob aber nicht in Fällen, wo die Kryſtalle nur glanzloſe Flächen darbieten, das Inſtrument des Hrn. Prof. Baumgärtner (Annal. d. Phyſ. Bd. 71. 1.) vorzuziehen wäre, verdiente gewiſs eine Prüfung. *P.*

ſtellen, welche die beiden Kryſtallflächen verbindet, deren Neigung gegeneinander man meſſen will, und eine zweite liegt in der Schwierigkeit, den Kryſtall ſo anzubringen, daſs die ganze Ebene der Schenkel und nicht bloſs ihre Kanten, die Kryſtallflächen genau in jedem Punkte berühren; eine Bedingung, ohne welche es unmöglich iſt eine genaue Meſſung zu erhalten.

Das Reflexions-Goniometer, welches wir Dr. Wollaſton verdanken, dem die Wiſſenſchaften ſo manche Verbindlichkeiten ſchuldig ſind, ſtellt ein viel vollkommneres Inſtrument dar; aber es ſetzt in dem zu meſſenden Kryſtall Bedingungen voraus, welche bei dieſem nicht leicht immer angetroffen werden; wie z. B. vollkommen ebene Flächen, die frei von Streifen ſind, und einen hinreichenden Glanz beſitzen um das Licht ſo zurückzuwerfen, daſs man ein deutliches Bild von der Viſirlinie erhält. Verſuchen wir mit dieſem Inſtrumente Kryſtalle zu meſſen, deren Flächen, wenn gleich nur im geringen Grade geſtreiſt ſind, wie das unglücklicherweiſe nur zu häufig der Fall iſt, oder welche nicht vollkommen eben ſind, ſo kann man verſichert ſeyn, mehr oder weniger ungenauere Reſultate zu erhalten — ein Umſtand, der, wie mir es ſcheint, ſchon oft eingetreten iſt.

Ich räume indeſs ein, daſs ſobald dieſs Inſtrument nur dazu gebraucht werden kann, die primitive Figur feſtzuſetzen, welche als Typus aller übrigen, die der beobachtete Kryſtall darbieten kann, der Berechnung der ſekundären Flächen zur Grundlage dient, alsdann ein einziger Kryſtall, welcher die erforderlichen Bedingungen erfüllt, hinreichend ſeyn würde. Da aber bei einer groſsen Anzahl von Subſtanzen, vor-

züglich bei solchen, die keine vollkommne und leichte Spaltung zulassen, einige sekundäre Flächen nöthig sind um die Dimensionen zu bestimmen, so ist solch ein Krystall noch erst aufzufinden.

Hr. Adelmann's Goniometer besitzt nicht die Unvollkommenheiten der erwähnten Instrumente, und überdieß noch Vorzüge, welche diesen fehlen, so daß ich glaube der Wissenschaft einen Dienst zu erweisen, wenn ich seine Einrichtung und Gebrauchsart beschreibe.

Das Instrument besteht aus einem kleinen Mahagoni-Kästchen (1) (Fig. 2), das 11 Zoll lang, 6 breit und 3 Zoll hoch ist und eine Schieblade (2) enthält. Das Obere des Kästchens (3) ist mit einer Platte von Messing bedeckt, welche mindestens 2 Linien dick ist, um das Ziehen derselben zu verhindern, und die Basis des Instrumentes hinreichend zu beschweren. Die übrigen Theile des Instrumentes sind von Messing gemacht. Zwei Säulen (4), neun Linien im Durchmesser und mindestens 4½ Zoll hoch, sind in einem gegenseitigen Abstande von 3 Zoll, auf der Messingplatte befestigt und an ihrem oberen Ende durch eine Platte (5) mit einander verbunden. An den Kopf einer jeden Säule ist eine Büchse (6) befestigt, in welcher ein stählernes Lineal (7), sieben Linien breit und eine Linie dick, sich horizontal bewegt. Das Lineal ist auf die Kante gestellt, damit seine Bewegung desto sanfter und regelmäsiger vor sich geht, auch besitzt für denselben Zweck jede Büchse im Boden eine Rolle, auf welcher das Lineal fortgleitet. Ein Halbkreis (8), dessen breiterer Theil (9) sieben Linien misst, ist mittelst seines Durchmessers, der 6¼ Zoll beträgt, an dem

Lineal befeſtigt, ſteht jedoch mit dieſem nicht in Berührung, ſondern iſt von ihm durch einen Zwiſchenraum von ungefähr 3 Linien getrennt. Dieſer Zwiſchenraum iſt nöthig um auf der andern Seite des Halbkreiſes, an ſeine Axe (10) den beweglichen Radius (11) anzubringen, der am oberen Ende, den Nonius (12) trägt. An dieſem erſten und befeſtigten Halbkreis, iſt ein zweiter angebracht, der in Grade, Minuten und halbe Minuten getheilt iſt, welche wegen ihrer Gröſse vollkommen deutlich ſind. Der zweite Halbkreis (13) iſt mittelſt ſeines Radius, an dem Mittelpunkt des erſteren befeſtigt und um letzteren drehbar; jedoch geſchieht ſeine Bewegung um den feſten Halbkreis völlig ſanft ohne allen Ruck. Der Radius des beweglichen Halbkreiſes wird jenſeits des Mittelpunktes, durch einen an demſelben befeſtigten ſtählernen Arm (15) fortgeſetzt, welchen man den Meſsradius (the measuring radius) nennen kann. Der Theil (16) des feſten Halbkreiſes iſt nöthig, um den beweglichen Nonius fähig zu machen um den beweglichen Halbkreis geführt werden zu können. Eine hinter dem Nonius angebrachte Schraube (17) dient zur beliebigen Befeſtigung des Nonius, und mittelſt des Knopfes (18) wird der graduirte Halbkreis herumgeführt.

Noch ſind dem Inſtrument zwei abgeſonderte Theile hinzugefügt. Der eine von dieſen iſt ein Träger (19) mit einem Charnier, welcher zur Aufnahme des zu meſſenden Kryſtalls beſtimmt iſt; dieſer Träger gleitet in einer Fuge (22), um den Meſsradius näher oder entfernter zu ſtellen oder auch gänzlich fortzuziehen.

Der andre stellt eine Diopter dar, durch welche man sich vergewissern kann, ob nach Befestigung des Krystalles auf seinem Träger, die Kante der beiden Flächen, deren Neigung man messen will, eine vollkommen horizontale Lage besitzt.

Um das Goniometer zu gebrauchen, bringt man den Krystall auf den Träger, in die eben erwähnte Lage, schiebt den Träger so weit längs der Fuge, bis der Messradius über demselben liegt, und dreht darauf den beweglichen Halbkreis, nachdem der Nonius (12) vorläufig weggenommen, damit er dessen Bewegung nicht hindere. Der übrige Theil der Operation besteht darin, den Arm des Messradius so genau wie möglich an die Krystallfläche zu legen, der er gegenüber steht. Diess geschieht mittelst des Lineals (7), an welchem der Halbkreis befestigt ist, und damit diess um so leichter und ohne Ruck vor sich geht, ist es nöthig beide Hände zu gebrauchen, an jedem Ende des Lineals eine *).

Wenn der Radius nicht genau an die Krystallflächen anschliesst, so muss man ihn sanft fortziehen um den beweglichen Halbkreis zu heben oder zu senken, welches auf ähnliche Weise durch den Gebrauch bei-

*) Früher ward eine Stellschraube mit ihrer Lafette angewandt, um die Bewegung des Lineals zu berichtigen, wie es die Figur zeigt, aber es fand sich, dass diese unnöthig war, indem die Adjustirung eben so genau und viel schneller aus freier Hand geschieht, vorausgesetzt, dass sowohl das Lineal als die Rollen, auf welchen es fortgleitet, recht genau gearbeitet sind.

der Hände geschieht, indem man mit der einen das Ende des Mesſradius und mit der andern den gegenüberstehenden Rand des beweglichen Halbkreises ergreift, und nun den Mesſradius so genau auf die Krystallflächen legt, daſs bei Untersuchung mit einer Linse, kein Tageslicht zwischen beiden wahrgenommen werden kann. Wenn dieſs geschehen ist, so läſst man den beweglichen Nonius (12) so weit herab, bis er die Hemmung (23) auf den Nullpunkt des beweglichen Kreises geführt hat, und befestigt ihn daselbst mit der Schraube (17). Alsdann hat man nur den Träger fortzuziehen und den Mesſradius an die andere Seite des Krystalles anzulegen; wenn er daselbst angebracht ist, und man bei dieser Krystallfläche dieselbe Operation vollzieht wie bei der ersteren, so ist die Messung beendet. Der Werth des Neigungswinkels der beiden Flächen wird alsdann in Graden und Minuten von dem eingetheilten Halbkreis und seinem Nonius abgelesen.

Das Instrument ist in der Figur so dargestellt, als wäre die Operation an einer der Krystallflächen vollendet und der Nonius schon befestigt.

Dieſs Goniometer ist leicht zu gebrauchen; es hat den Vorzug, daſs es befestigt ist und daſs die Genauigkeit der Beobachtung nicht von der Geschicklichkeit des Beobachters abhängt; auch fordert es, bei den Flächen des zu messenden Krystalles nicht jenen vollkommnen Glanz, der oft so schwer zu finden ist.

Da der Meſsradius, nachdem er einmal an die Fläche des Krystalls gebracht ist, so lange in dieser

Stellung bleibt bis der Beobachter sie nach Gefallen verändert, so kann er, wenn seine Augen durch die Operation ermüdet sind, die Genauigkeit seiner Arbeit bei einer künftigen Gelegenheit prüfen, oder sie durch einen Gehülfen untersuchen lassen. Die nöthwendigste Bedingung besteht darin, dass die Krystallflächen völlig eben sind, welche unglücklicherweise nicht immer so leicht erfüllt wird, als man wünschen möchte.

VI.

Ueber die Theorie, Einrichtung und Gebrauch des Pachometers,

eines Instrumentes zur Messung der Dicke belegter Spiegelgläser;

von

Herrn Benoit *).

Die Festigkeit, welche grosse Spiegelgläser haben müssen, damit sie den Beugungen, welche die Bilder verzerren würden, hinreichenden Widerstand leisten, setzt für die Dicke dieses köstlichen Industrieproduktes eine gewisse untere Gränze fest, so dass bei übrigens gleichen Umständen ein grosses Spiegelglas um so höher im Preise steht, je beträchtlicher seine Dicke ist. Wenn die Gläser unbelegt sind, so ist es leicht ihre Dimensionen zu messen; sind sie aber schon belegt, so läst sich ihre Dicke nicht durch die gewöhnlichen Instrumente ausmitteln und ist überhaupt schwer zu schätzen.

In der Hoffnung diese Schwierigkeit zu beseitigen, habe ich das *Pachometer* erdacht, mittelst welches man augenblicklich und ohne Rechnung, die Dicke eines Spiegelglases für jeden seiner Punkte finden kann. Das Pachometer giebt folglich ein Mittel sich mit Schnelligkeit zu vergewissern, ob ein Spiegel-

*) Aus den Annal. de l'industr. nationale, Mai 1824. p. 145.

glas überall dieselbe Dicke hat, eine Prüfung, die schon bei unbelegten Gläsern ihre Unbequemlichkeiten hat und bei belegten Gläsern, durch die gewöhnlichen Mittel völlig unthunlich ist.

Bevor ich die Einrichtung und den Gebrauch des Pachometers kennen lehre, will ich zeigen, auf welchem theoretischen Grundsatz dieses Instrument beruht. Es sey *AB* (Fig. 2) der Durchschnitt der vordern Spiegelfläche mit einer auf ihr senkrecht stehenden Ebene, gelegt durch den Gesichtsstrahl *EB*, welcher von dem Auge *E* des Beobachters ausgeht. *CD* sey der Durchschnitt derselben Ebene mit der hintern belegten Spiegelfläche, welche ich als parallel mit der vorderen annehme. Die Dicke des Glases wird durch die, beiden Flächen gemeinschaftliche Normale *FP* gemessen, und diese Linie ist es, deren Länge zu suchen ist. Nun wird der Gesichtsstrahl *EB* nach *BF* gebrochen und darauf in *F* nach Richtung von *FA* reflectirt, so daſs das Bild des Punktes *A* worin der Gesichtsstrahl austritt nach Richtung *EB* gesehen wird. Ferner ist nach Hrn. Fresnel's Versuchen, das numerische Verhältniſs des Sinus vom Einfallswinkel $EBG = i$ zum Sin. des Berechnungswinkels $FBD = r$, wenn der Strahl aus Luft in Spiegelglas von St. Gobin tritt $= 1,51$, und deshalb hat man die Gleichung

$$\sin i = 1{,}51 \sin r \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Da nun Winkel AFP = Winkel PFB = Winkel $FBD = r$, so hat man auch, wenn die Entfernung *AB* mit l und die Dicke *FP* des Glases mit e bezeichnet wird, die Gleichung

$$\frac{\sin r}{\cos r} = \frac{\frac{1}{2} l}{e} \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

und wenn man r zwischen beiden Gleichungen eliminirt, so kommt

$$\frac{e}{l} = \frac{1}{2} \sqrt{\left(1{,}51 \frac{R}{\sin i}\right)^2 - 1} \quad . \quad . \quad (3)$$

eine Formel, welche dazu dient, für irgend einen Einfallswinkel i des Gesichtsstrahls, das Verhältniss zu berechnen, welches zwischen der Dicke e eines Spiegelglases von Saint Gobin und dem Abstande des Eintrittpunktes des Gesichtsstrahls von dem Punkte seines Austritts aus dem Glase, Statt findet. Setzt man z. B. i = 80 Graden (hunderttheiligen. *P.*), so ergiebt sich $\frac{e}{l} = \frac{1}{1{,}62178}$.

Aus der Gleichung (3) hat man auch:

$$\sin i = \frac{1{,}51}{\sqrt{4 + \frac{l^2}{e^2}}} R$$

eine Formel, mittelst welcher man bei gegebenem Abstande l und gegebener Dicke e, den für das Spiegelglas von Saint Gobin erforderlichen Einfallswinkel i des Gesichtsstrahles berechnen kann. Da nun der Winkel i stets kleiner als ein rechter ist, so muss das Verhältniss $\frac{l}{e}$ stets ein solches seyn, dass:

$$\frac{1{,}51 \frac{l}{e}}{\sqrt{4 + \frac{l^2}{e^2}}} < 1.$$

Ich finde, dass diese Bedingung erfüllt wird, wenn

$\frac{l}{e} < \frac{2}{\sqrt{(1,51)^2 - 1}}$ d. h. wenn man $\frac{l}{e} < 1,7677$ . . (5)

nimmt.

Nach dieser oberen Gränze sieht man, daſs 1 der einzige ganze Werth ist, den man dem Verhältniſs $\frac{l}{e}$ beilegen kann, alle übrigen sind Bruchwerthe.

Für $\frac{l}{e} = 1$ giebt die Formel (4) $i = 47,^{gr}1965''22$ und dieſs ist also der Werth des Einfallswinkels, wenn der Abstand zwischen dem Ein- und Austrittspunkte des Gesichtsstrahles, gleich seyn soll der Dicke des Glases.

Setzt man $\frac{l}{e} = 1,5$, so findet man $i = 72,^{gr}1710''56$ und alsdann ist die Dicke des Glases, gleich ⅔ jenes Abstandes.

Dieser letztere Werth des Einfallswinkels i schien mir den Vorzug vor allen übrigen zu verdienen, und ich habe ihn deshalb für die gewöhnlichen Pachometer angenommen, deren Beschreibung ich sogleich geben will. Wollte man das Verhältniſs $\frac{l}{e}$ gröſser als 1,5 machen, so müſste man auch gröſsere Einfallswinkel anwenden, bei welchen aber die Bilder schwer zu unterscheiden seyn würden.

Das gewöhnliche Pachometer *mit festem Winkel* besteht nun aus einem Sektor von Kupfer *sab* (Fig. 3) der an seinem Scheitel *s* mit Stahl versehen ist, eine Amplitude von $27,^{gr}8289''44$ (nach hunderttheiliger Kreistheilung. *P.*) umspannt und einen Radius von

Lineal befeſtigt, ſteht jedoch mit dieſem nicht in Berührung, ſondern iſt von ihm durch einen Zwiſchenraum von ungefähr 3 Linien getrennt. Dieſer Zwiſchenraum iſt nöthig um auf der andern Seite des Halbkreiſes, an ſeine Axe (10) den beweglichen Radius (11) anzubringen, der am oberen Ende, den Nonius (12) trägt. An dieſem erſten und befeſtigten Halbkreis, iſt ein zweiter angebracht, der in Grade, Minuten und halbe Minuten getheilt iſt, welche wegen ihrer Gröſse vollkommen deutlich ſind. Der zweite Halbkreis (13) iſt mittelſt ſeines Radius, an dem Mittelpunkt des erſteren befeſtigt und um letzteren drehbar; jedoch geſchieht ſeine Bewegung um den feſten Halbkreis völlig ſanft ohne allen Ruck. Der Radius des beweglichen Halbkreiſes wird jenſeits des Mittelpunktes, durch einen an demſelben befeſtigten ſtählernen Arm (15) fortgeſetzt, welchen man den Meſsradius (the measuring radius) nennen kann. Der Theil (16) des feſten Halbkreiſes iſt nöthig, um den beweglichen Nonius fähig zu machen um den beweglichen Halbkreis geführt werden zu können. Eine hinter dem Nonius angebrachte Schraube (17) dient zur beliebigen Befeſtigung des Nonius, und mittelſt des Knopfes (18) wird der graduirte Halbkreis herumgeführt.

Noch ſind dem Inſtrument zwei abgeſonderte Theile hinzugefügt. Der eine von dieſen iſt ein Träger (19) mit einem Charnier, welcher zur Aufnahme des zu meſſenden Kryſtalls beſtimmt iſt; dieſer Träger gleitet in einer Fuge (22), um den Meſsradius näher oder entfernter zu ſtellen oder auch gänzlich fortzuziehen.

Der andre ſtellt eine Diopter dar, durch welche man ſich vergewiſſern kann, ob nach Befeſtigung des Kryſtalles auf ſeinem Träger, die Kante der beiden Flächen, deren Neigung man meſſen will, eine vollkommen horizontale Lage beſitzt.

Um das Goniometer zu gebrauchen, bringt man den Kryſtall auf den Träger, in die eben erwähnte Lage, ſchiebt den Träger ſo weit längs der Fuge, bis der Meſsradius über demſelben liegt, und dreht darauf den beweglichen Halbkreis, nachdem der Nonius (12) vorläufig weggenommen, damit er deſſen Bewegung nicht hindere. Der übrige Theil der Operation beſteht darin, den Arm des Meſsradius ſo genau wie möglich an die Kryſtallfläche zu legen, der er gegenüber ſteht. Dieſs geſchieht mittelſt des Lineals (7), an welchem der Halbkreis befeſtigt iſt, und damit dieſs um ſo leichter und ohne Ruck vor ſich geht, iſt es nöthig beide Hände zu gebrauchen, an jedem Ende des Lineals eine *).

Wenn der Radius nicht genau an die Kryſtallflächen anſchlieſst, ſo muſs man ihn ſanft fortziehen um den beweglichen Halbkreis zu heben oder zu ſenken, welches auf ähnliche Weiſe durch den Gebrauch bei-

*) Früher ward eine Stellſchraube mit ihrer Lafette angewandt, um die Bewegung des Lineals zu berichtigen, wie es die Figur zeigt, aber es fand ſich, daſs dieſe unnöthig war, indem die Adjuſtirung eben ſo genau und viel ſchneller aus freier Hand geſchieht, vorausgeſetzt, daſs ſowohl das Lineal als die Rollen, auf welchen es fortgleitet, recht genau gearbeitet ſind.

der Hände geschieht, indem man mit der einen das Ende des Mesſradius und mit der andern den gegenüberstehenden Rand des beweglichen Halbkreises ergreift, und nun den Mesſradius so genau auf die Krystallflächen legt, daſs bei Untersuchung mit einer Linse, kein Tageslicht zwischen beiden wahrgenommen werden kann. Wenn dieſs geschehen ist, so läſst man den beweglichen Nonius (12) so weit herab, bis er die Hemmung (23) auf den Nullpunkt des beweglichen Kreises geführt hat, und befestigt ihn daselbst mit der Schraube (17). Alsdann hat man nur den Träger fortzuziehen und den Mesſradius an die andere Seite des Krystalles anzulegen; wenn er daselbst angebracht ist, und man bei dieser Krystallfläche dieselbe Operation vollzieht wie bei der ersteren, so ist die Messung beendet. Der Werth des Neigungswinkels der beiden Flächen wird alsdann in Graden und Minuten von dem eingetheilten Halbkreis und seinem Nonius abgelesen.

Das Instrument ist in der Figur so dargestellt, als wäre die Operation an einer der Krystallflächen vollendet und der Nonius schon befestigt.

Dieſs Goniometer ist leicht zu gebrauchen; es hat den Vorzug, daſs es befestigt ist und daſs die Genauigkeit der Beobachtung nicht von der Geschicklichkeit des Beobachters abhängt; auch fordert es, bei den Flächen des zu messenden Krystalles nicht jenen vollkommnen Glanz, der oft so schwer zu finden ist.

Da der Mesſradius, nachdem er einmal an die Fläche des Krystalls gebracht ist, so lange in dieser

Stellung bleibt bis der Beobachter sie nach Gefallen verändert, so kann er, wenn seine Augen durch die Operation ermüdet sind, die Genauigkeit seiner Arbeit bei einer künftigen Gelegenheit prüfen, oder sie durch einen Gehülfen untersuchen lassen. Die nöthwendigste Bedingung besteht darin, daſs die Krystallflächen völlig eben sind, welche unglücklicherweise nicht immer so leicht erfüllt wird, als man wünschen möchte.

---

im Innern man bestimmen will. Soll es aber wie gewöhnlich dazu dienen, die Veränderung der Feuchtigkeit in der atmosphärischen Luft zu messen, so befreit man es im Gegentheil von seiner Hülle.

Hr. Babinet hat in demselben Instrumente 3 Haare neben einander aufgehängt, welche oben sämmtlich an dem durch die Mikrometerschraube beweglichen Metallstück befestigt sind, aber, jedes für sich, durch besondere Gewichte angespannt werden. Dadurch hat man im Grunde 3 Hygrometer, die sich wechselseitig controliren. Ihre Angaben zeigen unter sich nur Differenzen von einem halben Grad; eine Uebereinstimmung, die weit grösser ist, als bei den gewöhnlichen Hygrometern.

Man kann in diesem Apparate jede hygroskopische Substanz in Fäden oder dünnen Stäbchen anwenden, gleichviel, ob biegsam oder nicht und mittelst desselben sehr bequem die Ausdehnungen messen, welche sie durch die Feuchtigkeit erleiden. Hr. Babinet hat zur Zeit nur den Coconfaden untersucht, dessen Verlängerungen zwar ungefähr nur halb so viel betragen, als die des Haares, aber dafür den Vorzug haben, dass sie sich bei den verschiedenen Graden der Sättigung diesen fast proportional verhalten; auch erleidet der Coconfaden viel rascher den Einfluss des Hygrometrischen Zustandes der Luft und wird weniger durch die Aenderungen der Temperatur ergriffen.

Die nachstehende Zeichnung *) wird die nähere Einrichtung des Instrumentes versinnlichen. Der

*) entlehnt nebst der Beschreibung aus dem Journ. de Pharm. Avr. 1824.

hohle Fuſs, welcher zur Aufnahme des Gefäſses beſtimmt iſt, trägt den meſſingenen Cylinder *a*, in welchem groſse weite Oeffnungen eingeſchnitten ſind, damit die Luft zu den in demſelben aufgehängten Haaren *c* freien Zutritt hat. Letztere ſind durch ein Metallſtück mit der Mikrometerſchraube *d* verbunden, und tragen an ihrem untern Ende die Gewichte, deren Viſirlinie man bei der Beobachtung genau hinter den Faden des Mikroskopes *e* bringt. Soll zur Beſtimmung der feſten Punkte des Inſtrumentes die Luft abgehalten werden, ſo ſchiebt man über den Meſſingcylinder die weite Glasröhre (*b*), welche an zwei hervorſpringende Ringe genau anſchlieſst und mit ein wenig Wachs völlig luftdicht darauf befeſtigt wird. Die Verlängerungen oder Verkürzungen des Haares werden mittelſt der Mikrometerſchraube durch die kleine Skale (*f*) gemeſſen, welche dem eingetheilten Kopf der Schraube zur Seite ſteht und dadurch auſser den ganzen Umdrehungen der Schraube auch die Theile derſelben in Längenwerthe beſtimmt. Hat man für die feſten Punkte die Stellungen der Schraube bemerkt, ſo laſſen ſich mittelſt einer kleinen für jedes Inſtrument beſonders zu verfertigenden Tafel die einzelnen Grade leicht beſtimmen *). Bei Hrn. Babinet's Inſtrument

*) Bei der Genauigkeit, deren das Babinet'ſche Hygrometer fähig iſt, wäre es auch nicht überflüſſig, zugleich in dieſer Tafel Rückſicht zu nehmen, auf die Ausdehnung des Metalles, vom Faden des Mikroskopes an bis zur oberen Befeſtigung des Haares. Wenn bei Hrn. B. die ganze Länge des Haares $0,^{m}25$ beträgt und jedem Grad des Hygrometers $0,^{mm}05$ entſpricht, ſo würde eine Aenderung von 2° C. in der Tempe-

noch ein grünes Bild mit Deutlichkeit hervorbringen konnte, und dafs wahrscheinlich nur von dem rothen Theile des Spektrums ein solcher Effekt zu erhalten war. Als ich ein purpurfarbenes Glas anwandte, bemerkte ich, dafs der mittlere Theil der rothen Zone eher als die äufseren Theile absorbirt ward, so dafs anstatt eines rothen Bildes zwei ganz geschiedene und leidlich deutliche fichtbar waren. Bei einer gröfseren Dicke der Platte ward jedoch der brechbarste Theil des rothen Bildes absorbirt und der am wenigsten brechbare Antheil desselben, blieb in dem Zustand einer völligen Deutlichkeit übrig.

Obgleich ich hiedurch nun denjenigen Theil des Spektrums bestimmt hatte, welcher fich zum deutlichen Sehen am Meisten schickte, so war dennoch die Lichtmenge, welche vor der Isolation der äufsern rothen Strahlen vernichtet ward, so grofs, dafs diese Bestimmung wenig praktischen Nutzen versprach, ausgenommen etwa die Fälle, in welchen man die Umrisse eines Gegenstandes zu beobachten hätte. Wäre es möglich gewesen von dem Spektrum die leuchtendsten Strahlen so vollkommen zu isoliren, als einige äufsere der rothen, so würde diefs ein beträchtlicher Vortheil gewesen seyn. Ich habe aber gefunden, dafs diefs ganz unthunlich ist, und wage zu behaupten, dafs die Abscheidung des homogenen grünen oder gelben Lichtes von irgend einer beträchtlichen Intensität, durch keins der gegenwärtig bekannten gefärbten Media bewirkt werden kann.

Indem ich deshalb alle Hoffnung aufgab von einem gefärbten Medium irgend eine weitere, als die

vorhin bemerkte Verbesserung für die Mikroskope zu erhalten, fiel es mir bei, dafs der beabsichtigte Zweck zu erlangen seyn möchte, wenn man durch Verbrennung brennlicher Substanzen eine homogene Flamme zur Erleuchtung der mikroskopischen Gegenstände, erzeugen könnte.

Es ist längs bekannt, dafs eine grosse Menge von homogenen gelben Lichte hervorgebracht wird, wenn man Kochsalz oder Salpeter in die weisse Flamme einer Kerze, oder in die blaue und weisse Flamme des brennenden Alkohols bringt *). Jedoch ist ein auf diese Art erzeugtes Licht mehr für einen zufälligen Versuch geschickt, als zu einer dauernden Quelle der Erleuchtung, und bei den ungesunden Dämpfen, welche während der Verbrennung dieser Salze entwickelt werden, würde ich mich selbst dieser Methode ein gelbes Licht zu erhalten nicht bedienen.

Nach vielen mühevollen und vergeblichen Versuchen fand ich, dafs die meisten Körper, bei welchen die Verbrennung unvollkommen ist, z. B. Papier, Leinwand, Baumwolle etc., ein Licht geben, in welchem die gelben Strahlen vorwalten, dafs die Menge des gelben Lichtes mit der Feuchtigkeit dieser Körper wächst, und dafs eine gröfsere Menge desselben Lichtes erzeugt wird, wenn verschiedene Flammen mechanisch durch ein Löthrohr oder einen Blasebalg angefacht werden. Da die gelben Strahlen durch ein

*) Hr. Herschel hat mich belehrt, dafs auch der Schwefel bei einer gewissen Stufe seiner Verbrennung ein homogenes gelbes Licht erzeugt.

unvollkommnes Verbrennen hervorgebracht zu werden schienen, so schloss ich, dass der mit Wasser verdünnte Alkohol dieselben in grösserer Menge erzeugen würde, als der vollkommen wasserfreie, und der Versuch, den ich darauf machte, gelang über meine kühnsten Hoffnungen. Die ganze Flamme mit Ausnahme eines geringen Antheils von blauem Lichte, war ein schönes homogenes Gelb, welches bei Untersuchung mit einem Prisma zwar schwache Spuren vom Grünen und Blauen zeigte, aber nicht die geringsten Strahlen eines rothen oder orangefarbenen Lichtes. Die grünen und blauen Strahlen, welche die gelbe Flamme begleiteten, hatten verhältnissmässig so wenig Intensität, dass sie bei dem Prozess der Erleuchtung und Vergrösserung eines zu untersuchenden Objektes verschwanden, und selbst wenn sie auch in grösserer Menge vorhanden gewesen, so würde es leicht seyn sie mit einem Mal durch Hülfe eines gelben Glases zu absorbiren und dadurch die Lampe völlig monochromatisch zu machen.

Nach mehreren Versuchen über das Verbrennen des verdünnten Alkohols, fand ich, dass die Entwicklung des gelben Lichtes grösstentheils von der Natur des Dochtes und der Schnelligkeit abhängt, mit der dieses Fluidum in Dampf verwandelt wird. Ein Stück Schwamm mit einer Anzahl hervorragender Spitzen, vertritt die Stelle des Dochtes besser als irgend eine andere Substanz, und dann wird die Entwicklung des gelben Lichtes noch vermehrt, wenn man unter den Verbrenner eine gewöhnliche Spirituslampe setzt. Um zu besonderen Zwecken ein recht starkes Licht zu be-

kommen, verband ich mit der Spitze des Verbrenners eine Vorrichtung von Drahtgewebe, welches, indem es sich vertikal um ein Charnier dreht, oder durch eine Seitenbewegung, ungefähr einen halben Zoll oberhalb des Drahtes in eine horizontale Lage gebracht werden kann. Sobald es rothglühend geworden ist, läſst man es bis zur Berührung mit dem Schwamm hinab gehen, wodurch es den Alkohol schnell in Dampf verwandelt und eine reichliche Entwickelung von gelbem Lichte erzeugt (Fig. 5.)

Wenn ein starkes Licht anhaltend erforderlich ist, so finde ich, daſs es Vorzug verdient den Docht völlig bei Seite zu stellen und den verdünnten Alkohol langsam von dem Rande nach dem Boden einer hohlen Schüssel von Platina laufen zu lassen, welche letztere man mittelst einer darunter gestellten Spirituslampe sehr heiſs erhält. Der Boden der Platinschüssel muſs mit einer Anzahl hervorragender Spizzen versehen werden, damit das Fluidum, welches mit ihm in Berührung kommt, in recht vielen Punkten der Wirkung der erhitzten Oberfläche ausgesetzt ist (Fig. 6).

Nachdem die Lampe einige Zeit gebrannt hat, bleibt ein Antheil von nicht verdampftem Wasser, gemischt mit ein wenig Alkohol, in einem zur Verbrennung untauglichen Zustande auf dem Boden der Schüssel zurück. Dieſs Wasser kann mit einem Schwamme fortgenommen werden, oder man kann auch seine Anhäufung verhindern, wenn man einen Vorrath von reinem Alkohol hat, mit dem man die

erschöpften Kräfte des verdünnten Fluidums wieder erneuert,

Die monochromatische Lampe ist alsdann vollendet; ich werde keine Zeit verlieren sie zur Erleuchtung mikroskopischer Gegenstände anzuwenden. Die durch sie erzeugte Wirkung hat meine Erwartung bei weitem übertroffen. Die Bilder des kleinsten Pflanzenbaues waren genau und deutlich und das Sehen in jeder Hinsicht vollkommner, als es seyn würde, wenn alle Linsen des Mikroskopes durch den geschicktesten Künstler völlig achromatisch gemacht worden wären.

Die monochromatische Lampe findet unabhängig von ihrem Gebrauch für mikroskopische Beobachtungen, eine ausgedehnte Anwendung auf verschiedene Zweige der Künste und Wissenschaften. Als z. B. in gewissen Fällen des undeutlichen Sehens, wo durch Trennung der Fibern in der Krystalllinse eine Anzahl gefärbter Bilder entsteht, werden die prismatischen Farben, welche das Hauptbild vernichteten, durch ein homogenes Licht weggenommen und dadurch das Sehen verbessert. Ferner: zur Erleuchtung der Fäden der Passageinstrumente und der Mikrometer; bei Graduiren der Limbus getheilter Instrumente, welches gemeiniglich bei Kerzenlicht geschieht; zur Ablesung derselben Theilungen bei festen Beobachtungen; zur Bildung von Signalen bei trigonometrischen Vermessungen; zur Erhaltung genauer und gleichförmiger Messungen des Refraktionsvermögens; zur Messung der Trennung der bei-

den Lichtbündel bei Kryſtallen mit doppelter Strahlenbrechung; zur Beſtimmung der Fokallänge der Linſen; zur Beobachtung verſchiedener optiſcher Erſcheinungen, bei denen das Licht zerſetzt wird; zu allen dieſen, und im Allgemeinen zu allen zarten Arbeiten, bei welchen ein deutliches Sehen weſentlich iſt, wird die Anwendung einer homogenen Flamme den ausgezeichnetſten Nutzen leiſten.

Fig. 6. zeigt eine Form der monochromatiſchen Lampe, worin *A* das Reſervoir für den verdünnten Alkohol bezeichnet, aus welchem dieſer durch das Rohr *ABCD* zu dem breiten Docht *E* herabflieſst, welcher letztere gemeiniglich aus Schwamm beſteht. Ein Rahmen von Drahtgewebe *F* bewegt ſich in einem Charnier, ſo daſs er über die Flamme gebracht, und wenn er erhitzt iſt, auf die Fläche des Dochtes niedergelaſſen werden kann. Vortreffliche Dochte laſſen ſich auch aus concentriſchen Cylindern von dünnen Glimmer- oder Platina-Blättchen verfertigen.

Fig. 5. ſtellt eine andre Form der Lampe ganz ohne Docht dar, bei der der verdünnte Alkohol in einer flachen Schale *MN* von Platina oder einem andern Metall verbrennt. Letztere kann ſo gemacht ſeyn, daſs ſie eine geringe freiwillige Oscillationsbewegung beſitzt, um dadurch das Fluidum auf die erhitzten Hervorragungen des Platinas zu bringen. Eine gewöhnliche Spirituslampe *OP* in einem Gehäuſe eingeſchloſſen, iſt unter der Platinſchale *MN* angebracht, um dadurch eine hinreichende Hitze

zur Verwandlung des verdünnten Alkohols in Dampf hervorzubringen. Ein Schornstein oder Cylinder von blassgelbem Glase kann über die Flamme gestellt werden, wenn man dadurch glauben sollte die kleinen Antheile von blauem Licht zu absorbiren, welche die gelbe Flamme begleiten.

VIII.

Auszug aus einem Schreiben des Hrn. Professor C. G. Gmelin in Tübingen an den Herausgeber.

— Um die Fossilien näher kennen zu lernen, welche mit dem Amblygonit zu Penig in Sachsen brechen, hatte ich durch die Güte des Hrn. Breithaupt Proben vom Albit, Topas, Turmalin und dem rosenfarbenen Glimmer erhalten. Dabei bestätigte sich, was ich schon vor einiger Zeit gefunden hatte, *dass dieser rosenfarbene Glimmer eine neue Spezies ist*, indem derselbe vor dem Löthrohr mit der gröſsten Leichtigkeit unter Aufbrausen zur einer durchsichtigen Kugel schmilzt, ja sich sogar in der bloſsen Flamme des Lichtes sogleich an den Rändern abrundet. Jetzt habe ich gefunden, daſs dieser Glimmer ein *Lithion - Glimmer* ist, da sich die Löthrohrflamme, in welcher derselbe geschmolzen wird, schön purpurroth färbt. Diese Reaction auf Lithion, scheint mir überhaupt für Löthrohr-Versuche sehr schätzbar zu seyn. Der Lepidolith zeigt sie im ausgezeichneten Grade, und selbst beim Petalit ist sie noch deutlich. Bei dem mit diesem Glimmer brechenden schwarzen Turmaline glaube ich etwas Aehnliches wahrgenommen zu haben, doch ist die Reaction so schwach, daſs ich, ohne eine chemische Untersuchung, nichts mit

Bestimmtheit entscheiden möchte. Diese Reaction hat das Lithion nur mit dem Strontian gemein, welcher jedoch in der Regel leicht zu entdecken ist, und wohl selten in ähnlichen Verbindungen vorkommen wird.

Ob nun dieser Glimmer von Penig, bloss ein unvollkommen ausgebildeter Lepidolith oder wirklich ein Lithion-Glimmer ist, muss die chemische Analyse, welche ich bereits angefangen habe, zeigen. Sobald dieselbe beendet ist, werde ich Ihnen dieselbe, nebst einer neuen Analyse des Helvins und des Diploits (Breith.), oder Latrobits (Brooke) mittheilen. —

IX.

Einfacher Beweis, dass die Ausdehnung der Krystalle durch Wärme, nach deren Axen ungleich ist *).

Herr Fresnel hat durch einen einfachen Versuch dargethan, daſs die Wärme den Gyps weniger parallel seiner Axe **) als in der auf dieser senkrechten Richtung ausdehnt, eine Verschiedenheit, die mit der von Hrn. Mitscherlich am Kalkspath beobachteten zwar analog ist, aber entgegengesetztes Zeichen besitzt, wie man dieſs auch schon im Voraus von der entgegengesetzten Natur der doppelten Strahlenbrechung in beiden Körpern erwarten konnte.

Um sich hievon zu überzeugen, reicht es hin zwei sehr dünne Blättchen von einem Gypskrystall abzulösen, und sie so aufeinander zu leimen, daſs ihre Axen sich rechtwinklich kreuzen. Der Tischlerleim, dessen sich Hr. Fresnel bei diesem Versuch bedient, erweicht sich immer bei Erwärmung, selbst wenn er sehr dick aufgetragen war; so daſs die bei-

*) aus d. Bullet. des scienc. mathemat. etc. Febr. 1824. p. 100.

**) Hr. Fresnel begreift hier unter *Axe* diejenige Linie, welche den spitzen Winkel der beiden optischen Axen in zwei gleiche Theile theilt, und deren Richtung man durch das von Hrn. Biot in seinem Traité gegebene Verfahren auffinden kann.

den Blättchen, während sie warm sind, übereinander fortgleiten können. Läſst man sie aber erkalten, so erhärtet der Leim und die Blättchen sind miteinander verbunden. Da sie nun in der Richtung aufeinander gelegt sind, in welcher die Differenz der Ausdehnung am gröſsten ist, so wird das Blättchen, welches am meisten nach einer Richtung ausgedehnt war, sich auch stärker als das andere zusammenziehen, genöthigt seyn sich zu krümmen, und die concave Seite eines Blättchen zu bilden, von dem das andere die convexe Seite ausmacht. Das Umgekehrte findet parallel der Axe, in der auf ersterer senkrechten Richtung Statt, so daſs die zusammengeleimten Blättchen nach dem Erkalten die Form einer schiefen Fläche (surface gauche) annehmen.

ZU HALLE,

VATOR DR. WINCKLER.

Zeit der Beob. Tg	St.	Baromt bei +10° R. pariser	Therm. Reaum. frei im Schattn	Haar Hygr bei +10° R.	Wind	Wetter
1	8	336.'''5	+10.°0	95.°5	S. 1	trüb Rg
	12	36. 4	10. 0	98. 4	N. 1	trüb
	2	36. 4	10. 3	98. 4	nnw. 1	trüb
	6	36. 6	9. 7	97. 5	NW. 1	trüb Rg
	10	36. 9	9. 1	97. 1	wnw. 1	trüb Rg
						Regen
2	8	37. 5	+ 8. 1	82. 9	NW. 2	trüb Rg
	12	37. 0	6. 6	86. 1	nnw. 2	trüb Rg
	2	36. 8	7. 8	68. 7	nnw. 1	trüb
	6	36. 5	7. 5	78. 6	NW. 1	verm
	10	36. 5	6. 8	80. 0	NW. 2	verm
3	8	35. 8	+ 6. 0	77. 7	SW. 2	verm
	12	35. 4	8. 8	60. 7	SW. 3	verm
	2	35. 2	9. 3	58. 0	SW. 2	verm
	6	34. [illegible]	7. 8	68. 7	S. 1	trüb
	10	34. 8	6. 4	72. 7	sso. 2	trüb
4	8	34. [illegible]	+ 7. 4	72. 4	SW. 3	sch Mgrth
	12	34. [illegible]	9. 5	59. 8	SW. 3	verm
	2	33. [illegible]	9. 8	57. 5	SW. 3	schön
	6	33. [illegible]	6. 5	55. 6	SW. 2	sch Abrth
	10	33. [illegible]	3. 5	71. 5	SW. 1	heitr
						Rf Mgrth
5	8	33.	+ 3. 2	69. 0	ssw. 1	verm Nbl
	12	32.	8. 9	52. 7	sso. 1	schön
	2	32.	9. 7	50. 6	SO. 1	schön
	6	32.	9. 7	57. 6	ono. 1	schAbrNb
	10	32.	5. 5	78. 3	O. 1	schön
						Thau
6	8	32.	+ 5. 5	77. 2	SO. 1	verm Nbl
	12	32.	13. 4	67. 4	SO. 1	verm
	2	32.	15. 3	65. 6	SO. 1	schön
	6	32.	12. 3	80. 2	O. 2	sch Abrth
	10	32.	9. 4	90. 5	O. 2	heitr
7	8	31.				
	12	32.				
	2	32.				
	6	32.				
	10	32.				
8	8	32.				
	12	31.				
	2	31.				
	6	32.				
	10	32.				

Thermometrograph Tag	Min. Nachts vorher	Max. Tags	Wasser-Stand der Saale
1	+10.°0	+23.°7	4' 3"
2	9. 6	23. 0	4 2.5
3	11. 0	23. 5	4 3
4	11. 0	23. 5	4 2.5
5	12. 9	19. 9	4 2
6	11. 5	17. 9	4 3
7	10. 5	18. 8	4 2.5
8	10. 2	21. 5	4 6
9	11. 7	16. 7	4 6
10	9. 0	14. 3	4 5.5
11	6. 4	16. 1	4 8
12	9. 4	18. 3	5 0
13	9. 8	15. 4	4 10
14	6. 2	16. 1	4 8
15	7. 6	18. 0	4 5
16	8. 0	19. 2	4 5.5
17	11. 6	19. 1	4 5
18	9. 0	17. 5	4 4.5
19	8. 2	18. 0	4 4
20	8. 6	17. 5	4 5.5
21	8. 4	16. 1	4 3
22	7. 2	15. 3	4 2.5
23	6. 0	16. 4	4 3
24	10. 3	16. 4	4 3
25	9. 0	11. 8	4 3
26	5. 1	9. 6	4 4
27	2. 4	9. 5	4 6
28	5. 3	9. 7	4 9
29	0. 7	9. 9	4 9
30	+ 3. 5	+15. 9	4 8.5
Sma	250. 1	508. 6	132' 8."5
Mttl	+ 8.03	+16.95	4 5.1
	Min. + 0.°7	Max. +23.°7	
	grösste Veränd. 23.°0		

Uebersicht d Witterung Tage	Zahl
heiter	1
schön	10
verm	11
trüb	8
Höhrauch	4
Nebel	17
Thau	6
Duft	2
Regen	8
Reif	1
Gewitter	3
Blitze	1
windig	4
stürmisch	-
Nächte	
heiter	4
schön	7
verm	10
trüb	9
Nebel	3
Regen	7
Gewitter	2
windig	-
stürmisch	-
Mrgrth	16
Abrth	23

	Therm.	Hygr.	Wind
13	+692.°7	3347.°02	ssw
88	547. 6	3311. 13	ssw
95	557. 4	3363. 76	ono
73	253. 6	2226. 51	SW
69	+2051.3	12248.42	ssw

	Barom.		Therm.		Hygrom.	
Mittl	333.'''000	ssw	+13.°068	ssw	81.°66	ssw
Max.	338. 564	S	+23. 30	wsw	100.00	ssw
Min.	330. 233	NW	+ 3. 20	ssw	50. 61	SO
Vränd	8.'''331		20.°10		49. 39	

Von, mit heit. Stellen; Abds belegen sie den Horiz. und später ziehen sie t. Grund. Heute 8 U. 10' Morg. tritt das letzte Mond-Viertel ein.
Am 17. Cirr. Str. die Vormittags über heit. Grund gehen, bed. Spätgs Cirr. Str. unten und oben ziehende Cum. Am 18. Vormttgs heiter, n ziehende Cirr. Str., und Abds der Horiz. bel. Am 19. Vormittgs loriz., Nchmittgs viel hohe Cum. und oben über heit. Grund grosse iter diese locker und gesondert. Am 20. früh gleiche Decke, Mittags Cirrus, Abds oben Cirrus und W düstre Cirr. Str. und in NW leichte -Abds bed. Cirr. Str. meist, von 8—9 in N u. W die Blitze stärker. e Decke ist Mittgs wolkig, oft einz. Regtrpf.; Abds Sonderung in Cirr. etws Reg. und Spt-Abds wieder wolk. düstre Decke. Der Mond steeiner Erdnähe. Am 22. Cirr. Str. bed. oft. Tags treten am Horiz. Abds ziehen Cirr. Str. sehr einz. über heit. Grund und später heiter, Horiz. bel. Um 11 U. 21' Abds steht der Mond im neuen Lichte.
Am 23. Vormittgs heiter, Horiz. bel., Mittgs oben Cirrus-Spur; nach l kleine, getrennte Cum. und oben Cirrus in var. forma. Abds wolk., Decke. Um 5 U. 50' heute früh, trat die Sonne in die Wage und es las Herbst-Aequinoctium Statt. Am 24. Nchts Reg., früh unten ein heiter; Tags auf Cirrus besetztem Grunde viel grosse Cirr. Str. oben en; Abds und später wolkig bed. Am 25 u. 26. gleiche, selten wolk.
Vom sich Abds den 26. in Cirr. Str. Massen und oben ist es später heiter, 25., fast den ganzen Tag und am 26. früh Reg. Am 27. bis Nchmttgs Str. meist, Mittgs unten Cum. und von Abds ab wolk. Decke. Am und Cum. lassen viel heit Grund, nach Mittg in N Cum.; Abds oben ein Damm, und später ist auch dieser verschwunden. Am 29. Cirrusreifen früh, Mttgs heiter, nur der S-Horiz. bel.; Nchmittgs fast rings Cirr. Str. Gruppen. Spt-Abds bis auf bel. und bedünst. Horiz. heitr. bel., überall Cirr. Str. Schleier, Mittgs wird dieser dünn und Stelnach Mittg heiter, unten einige Cirr. Str., Abds und später der Horiz. theils stark bedünstet. Heute, Morg. 0 U. 25', das erste Mond-Viertel.

S *Monats:* Oft schöne Tage, Anfangs heiss, am Ende einige kalte sterreich und oft Regen; bei mässigem westlichen und östlichen Winde das Barometer im Mittel zwar hoch, doch ist die Variation nicht be-

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1824, ZEHNTES STÜCK.

I.

Untersuchungen über die Flusspathsäure und deren merkwürdigsten Verbindungen;

von

J. J. Berzelius *).

(Dritte Abtheilung; Fortsetzung der Abhandlung im Heft 2. Bd. 77. p. 169.)

B. Flusspathsaure Boraxsäure; Fluoborsäure und deren Verbindungen mit Salzbasen.

Die ausgezeichneten Eigenschaften einer starken und ätzenden Säure, welche die sogenannte Fluoborsäure im concentrirten Zustande besitzt, gaben seit der ersten Kenntniss ihrer Existenz Veranlassung sie als eine Doppelsäure zu betrachten, welche die Neigung habe mit Basen Doppelsalze von *zwei* Säuren und *einer* Basis zu bilden. Diese Eigenschaft kommt ihr zwar auch in einem weit höheren Grade zu, als der flussspathsauren Kieselerde; allein ihre ausgezeichnetste

*) Aus der Handschrift übersetzt von Dr. F. Wöhler.

Neigung ist so wie die der letzteren, Doppelsalze von *einer* Säure mit *zwei* Basen hervorzubringen, von welchen letzteren die Boraxsäure eine vorstellt. Weiterhin werde ich zeigen, daſs es eine Klasse von Salzen dieser Art giebt, die nach den Gesetzen der entsprechenden Kieselsalze gebildet sind.

Ich übergehe hier die Beschreibung der Fluoborsäure, da wir sie schon durch die Versuche von Gay-Lussac und Thenard, so wie durch die von John Davy kennen. Ein Umstand ist jedoch diesen Naturforschern entgangen, nämlich, die Zersetzung des Fluoborsäuregases durch Wasser. Wir haben vorher gesehen *), daſs das Wasser ein Drittel der Kieselerde aus ihrer gasförmigen Verbindung mit Fluſsspathsäure abscheidet, was man ohne Schwierigkeit beobachten kann, da die Kieselerde fast unlöslich ist. Dasselbe geht nun mit der Boraxsäure vor, kann aber nicht so leicht bemerkt werden, da sie sich, aus der Verbindung mit Fluſsspathsäure geschieden, in Wasser aufgelöst erhält. Ich bereitete Fluoborsäuregas aus Fluſsspath, Boraxsäure und Schwefelsäure, nach der von J. Davy gegebenen Vorschrift, und fing das Gas in Wasser auf. Die Flüssigkeit wurde bald warm, und nach und nach bildete sich in derselben ein Niederschlag, welcher der Kieselerde so ähnlich war, daſs ich anfänglich glaubte, er rühre von einem Quarzgehalt des Fluſsspathes her; aber er löste sich in reinem Wasser auf und verhielt sich wie Boraxsäure. Ich lieſs hierauf die Flüssigkeit langsam erkalten, wobei eine nicht unbedeutende Menge Boraxsäure in den

*) a. a. O. p. 177.

gewöhnlichen Kryſtallſchuppen anſchoſs. Durch Verdampfung der Flüſſigkeit bei einer ſehr gelinden Wärme und darauf erfolgenden Abkühlung, wurde noch mehr Boraxſäure erhalten. Wenn dagegen die Flüſſigkeit ohne vorhergegangene Abkühlung verdampft wird, ſo läſst ſich die Säure, ohne daſs ſie Boraxſäure abſetzt, concentriren, und bei höherer Temperatur ohne Rückſtand verflüchtigen, zum Beweiſe, daſs bei einem gewiſſen Grade der Concentration, die Verbindung wiederum gebildet wird, welche vom Waſſer zerſetzt ward. Die concentrirte ſaure Flüſſigkeit, welche man durch Sättigung des Waſſers mit dem Gaſe bekommt, enthält ohne Zweifel Fluſsſpathſäure und Boraxſäure in demſelben Verhältniſſe, nach welchem ſie im Gaſe vereinigt ſind, denn im entgegengeſetzten Falle hätte man die Abſcheidung der Boraxſäure bemerken müſſen, wenn dieſe in der concentrirten Flüſſigkeit Statt fand.

Durch direct analytiſche Verſuche die Zuſammenſetzung der gasförmigen Fluoborſäure auszumachen, ſo wie die Menge der Boraxſäure zu beſtimmen, welche bei Auflöſung des Gaſes in Waſſer frei wird, iſt unmöglich, und im Allgemeinen würden die Zuſammenſetzung der Fluoborſäure und die Verhältniſſe ihrer Verbindungen mit anderen Körpern zwei der ſchwerſten Probleme für die chemiſche Analyſe geblieben ſeyn, wenn nicht die Kenntniſs der kieſelhaltigen Fluſsſpathſäure vorhergegangen, und ſie mit dieſer in ihren Eigenſchaften ſo analog wäre, daſs man durch ganz einfache Verſuche an den Tag legen könnte, daſs das, was von der kieſelhaltigen Fluſs-

ſpathſäure gilt, mit Ausnahme der Proportionen auch von der Fluoborſäure gelten muſs.

Die Affinität der Boraxſäure zur Fluſsſpathſäure iſt gröſser als die der Kieſelerde, aber deſſen ungeachtet kann man die letztere aus fluſsſpathſaurer Kieſelerde durch Boraxſäure nicht vollkommen abſcheiden. Das Gas, welches auf die von J. Davy vorgeſchriebene Weiſe erhalten wird, iſt ſtets mit einem Antheile von fluſsſpathſaurer Kieſelerde vermengt, denn wenn der Fluſsſpath durch Schwefelſäure zerſetzt wird, ſo verbindet ſich die ihm beigemengte Kieſelerde früher mit der Fluſsſpathſäure als die verglaſte Boraxſäure. Ich ſuchte das Gas von der Kieſelerde durch Berührung mit kryſtalliſirter Boraxſäure zu befreien; ihr Kryſtallwaſſer condenſirte viel Gas, aber das Boron, was aus dem nicht verſchluckten Gaſe durch Kalium reduzirt ward, hinterlieſs bei der Oxydation mit Salpeterſäure ungefähr $\frac{1}{7}$ ſeines Gewichtes an Silicium. Ob das Gas bei ſeiner Bereitung auf trocknem Wege aus Fluſsſpath- und Boraxſäure vollkommen rein erhalten werden kann, habe ich nicht verſucht, aber ich vermuthe, daſs alsdann die Kieſelerde nicht in daſſelbe eingeht. Zu den Verſuchen, von welchen ich ſogleich reden werde, ward die Säure mit Fluſsſpathſäure bereitet, die, um ſie frei von Kieſelerde zu erhalten, über ſaurem fluſsſpathſaurem Kali umdeſtillirt war, und zu welcher die Boraxſäure ſo lange in kleinen Portionen zugeſetzt ward, als ſie ſich noch löſte, worauf die flüſſige Säure von dem Ungelöſten abgegoſſen ward.

Um die Zuſammenſetzung der Fluoborſäure zu beſtimmen, glaubte ich, daſs das fluſsſpathſaure Kie-

ſelkali oder Natron, durch Boraxſäure zerſetzt, mit Leichtigkeit ein poſitives Reſultat geben würde. Als ich deshalb dieſe Salze mit Boraxſäure digerirte, fand ich, daſs zwar Kieſelerde abgeſchieden wurde, aber weit weniger als das Salz von derſelben enthielt, und von dem aufgelöſten Theile bekam ich, je nach der Menge der zugeſetzten Boraxſäure, ſo variirende und unbeſtimmte Verbindungen, daſs ich dieſe Methode bald aufgeben muſste. Ich verſuchte darauf die Fluſsſpathſäure mit einer Auflöſung des Boraxes zu vermiſchen, in der Meinung, es werde vielleicht hiedurch die ganze Quantität des Boraxes in dasjenige Salz verwandelt, welches ich zu erhalten hoffte; als indeſs die Auflöſung abgedampft ward, erhielt ich mehrere verſchiedene Kryſtalliſationen, von welchen keine weder aus unverändertem Borax beſtand, noch ſo zuſammengeſetzt war, daſs ſie beim Schmelzen Fluoborſäure gab und fluſsſpathſaures Natron hinterlieſs.

Ich nahm nun meine Zuflucht zu einer unmittelbaren Verbindung von Salzbaſen mit Fluoborſäure, aber auch hiebei waren die Reſultate ſo abweichend, daſs ich bisweilen in der Flüſſigkeit nur Boraxſäure erhielt, nachdem ſich die Fluſsſpathſäure mit der zugeſetzten Baſe niedergeſchlagen hatte. Es blieb mir daher nur noch übrig ein unmittelbares Verbinden der fluſsſpathſauren Salze mit Fluoborſäure zu verſuchen, und dieſes hatte einen glücklichen Erfolg.

Ehe ich indeſs die Beſchreibung der Salze vornehme, die ich auf dieſe Weiſe darſtellte, muſs ich einige Worte über ihre Nomenklatur ſagen. Den Namen *Fluoborate* können ſie nicht bekommen, aus

aus dem Grunde, welchen ich bei der Kieselerde anführte; die eigentlichen Fluoborate scheinen eine Klasse von Doppelsalzen mit zwei Säuren auszumachen. Ganz folgerechte Namen für Doppelsalze, in denen eine Säure die Rolle der einen Basis spielt, sind nicht leicht zu finden, und ich werde mich daher hier mit der Wahl von solchen begnügen, die leicht verstanden werden. Z. B. nenne ich das Kalisalz: Flussspathsaures Bor-Kali.

Flussspathsaures Bor-Kali. Wird flussspathsaures Kali in eine Auflösung von boraxsaurem Kali oder in die irgend eines andern neutralen Kalisalzes gebracht, so entsteht ein gelatinöser Niederschlag, der dem entsprechenden von kieselhaltiger Flussspathsäure so ähnlich ist, dass man ihn dem Ansehen nach nicht von jenem unterscheiden kann; die Aehnlichkeit geht so weit, dass bei einem gewissen Ueberschuss von Säure in der Flüssigkeit, der Niederschlag ein schwaches Farbenspiel hat, gleich dem, was das flussspathsaure Kieselkali zeigt. Auf ein Filtrum genommen, findet man, dass er aus grösseren Theilen besteht, und wird die Masse noch feucht gedrückt, so ist ein schwacher Laut hörbar, ähnlich wie bei Haarpuder. Das Salz lässt sich sehr gut auswaschen und ist in kaltem Wasser wenig auflöslich. Nach dem Trocknen wird es weiss, fein und mehlig wie das Kieselsalz. Es hat einen schwachen etwas bitteren, aber nicht im Geringsten sauren Geschmack und röthet Lackmuspapier nicht. Hundert Theile kalten Wassers lösen 1,42 Theile des Salzes, aber von kochendem Wasser wird es bedeutend mehr aufgelöst und schiesst daraus beim Erkalten in kleinen glänzenden Krystallen an; mit

dem Mikroskope betrachtet, scheinen es sechsseitige Prismen zu seyn, die an den Enden mit zwei Flächen zugeschärft sind, welche Zuschärfungen sich an den meisten Krystallen vergröſsern, so daſs die Krystalle nach einer Richtung in sechsseitigen Prismen, nach anderen in rhomboëdrischen Umrissen erscheinen. Diese Krystalle enthalten kein Wasser. Sie werden von kochendem Alkohol in geringer Menge aufgelöſt und schieſsen beim Erkalten gröſstentheils aus ihm wieder an. Wird dieses Salz erhitzt, so kommt es kurz vor dem Glühen in Fluſs, fängt an zu kochen und stöſst fluoborsaures Gas aus, welches, wenn das Salz vorher nicht ganz von Wasser befreit war, dieselbe Anhäufung kleiner Tropfen von liquider Säure bildet, wie die fluſsspathsaure Kieselerde unter gleichen Umständen. Es erfordert eine lang anhaltende und strenge Hitze um zersetzt zu werden, und widersteht der Zersetzung viel länger als das Kieselsalz. In einem bedeckten Platintiegel geglüht, setzt es um die Oeffnungen an den Kanten des Deckels geschmolzene Boraxsäure ab, die, wie es der Fall mit der Kieselerde beim Glühen des Kieselsalzes ist, durch das Wasser der Flamme abgeschieden ward. In dem Tiegel bleibt fluſsspathsaures Kali zurück, das an der Luft feucht wird, und dabei den Theil des Salzes unaufgelöſt hinterläſst, der noch seine Fluoborsäure behalten hat. Schwefelsäure zersetzt es langsam und erst mit Hülfe der Wärme, anfangs wird Fluoborsäuregas entwickelt, dann geht concentrirte Fluoborsäure und Fluſssäure über, und endlich bleibt saures schwefelsaures Kali zurück. Von Salzbasen wird dagegen dieses Salz nicht zersetzt, und es bietet in sei-

nem Verhalten zu ihnen, durchaus unerwartete Erscheinungen dar. So z. B. löst es sich im kaustischen Ammoniak nicht mehr als im Wasser auf, und wird die Auflösung durch Kochen gesättigt, so scheidet sich der Ueberschuss beim Erkalten unverändert wieder ab, krystallisirt wenn es langsam geschieht, oder fällt als gelatinöses Pulver nieder, wenn man es beschleunigt. Das Ammoniak ist dabei so frei wie vorhin. Enthält das Salz flusspathsaures Kieselkali, so wird dieses unter Abscheidung von Kieselerde zersetzt und man erhält nach dem Erkalten der Flüssigkeit ein kieselfreies flusspathsaures Borkali. Durch Kochen mit kohlensaurem Kali oder Natron wird es ohne Entwicklung von Kohlensäure aufgelöst und schiesst beim Erkalten der Auflösung unverändert aus derselben an; ja selbst das kaustische Kali zersetzt es nicht einmal, denn aus der durch Kochen gesättigten Auflösung schiesst es wieder an. Diess Verhalten gleicht hinsichtlich der Beständigkeit der Verbindung demjenigen, welches Davy bei der Verbindung von Ammoniak und Chlorphosphor entdeckte.

Flusspathsaures Bor-Natron ist in Wasser leichter auflöslich als saures und neutrales flusspathsaures Natron. Es schiesst bei langsamen Erkalten der Lösung in grossen, klaren, durchsichtigen, rechtwinkligen, vierseitigen Prismen an, welche, wenn sie zu Gruppen verwachsen, so dass die Länge der Prismen nicht bemerkt wird, vollkommen den Würfeln des flusspathsauren Natrons gleichen. Diess Salz hat einen schwach bittern, etwas säuerlichen Geschmack und röthet stark Lackmuspapier. Es enthält kein Krystallwasser, wird von Alkohol aufgelöst, aber nicht

in grosser Menge. Es schmilzt vor dem Glühen und die Krystalle behalten dabei ihre Durchsichtigkeit. Bei einer höheren Temperatur wird es zersetzt, giebt Fluoborsäuregas und hinterläfst flussspathsaures Natron; zu einer vollkommnen Zersetzung ist jedoch eine anhaltende Hitze erforderlich.

Flussspathsaures Bor-Lithion aus dem Barytsalz bereitet, das durch schwefelsaures Lithion gefällt ward. Ist in Wasser leicht auflöslich, schmeckt wie das Natronsalz und schiefst während einer langsamen Verdampfung bei +40° in grofsen prismatischen Krystallen an, deren Form ich nicht näher untersuchte. Das Salz wird an der Luft feucht und geht in den flüssigen Zustand über, setzt aber kleine rhomboëdrische, schwerlösliche Krystalle ab, die ich nicht weiter untersuchte.

Flussspathsaures Bor-Ammoniak. Vermischt man das Kalisalz mit Salmiak und erhitzt das Gemenge in einem Sublimationsgefäfse, so wird wenig von dem ersteren zersetzt. Der gröfste Theil des Sublimates besteht aus Salmiak, gemengt mit flussspathsaurem Kieselammoniak, im Fall das Kalisalz flussspathsaure Kieselerde enthielt. Zur Darstellung dieses Salzes bedient man sich am Vortheilhaftesten der direkten Zusammensetzung. Vermischt man Boraxsäure mit einer neutralen Auflösung von flussspathsaurem Ammoniak, so wird die Säure sogleich aufgelöst, und *Ammoniak in Freiheit gesetzt*, was sich durch den Geruch zu erkennen giebt. War kein Ueberschuss von Boraxsäure zugesetzt, so bekommt man beim Verdampfen flussspathsaures (Bor-) Ammoniak. *Es ist ohne Zwei-*

ſel merkwürdig, daſs in dieſem Falle die Boraxſäure gleich einer Baſe, Ammoniak zu entbinden vermag; aber ſo iſt die Wirkung zuſammengeſetzter Affinitäten. Das trockne Salz ſublimirt ſich unverändert und ohne Rückſtand, wenn es nicht einen Ueberſchuſs von Boraxſäure enthielt, der alsdann zurückbleibt. Der Sublimat zeigt keine Spur von Kryſtalliſation und iſt auf den der Hitze zunächſt liegenden Stellen geſchmolzen und durchſichtig. Er löſt ſich leicht in Waſſer auf und giebt beim Verdampfen der Löſung kleine prismatiſche Kryſtalle, die mit dem Kaliſalze gleiche Geſtalt zu haben ſcheinen, aber längere Prismen bilden. Das Salz ſchmeckt wie Salmiak, röthet Lackmuspapier und löſt ſich ziemlich leicht in Alkohol. Wird ſeine Auflöſung mit Ammoniak geſättigt und dem freiwilligen Verdunſten überlaſſen, ſo verfliegt das Ammoniak und das beſchriebene Salz ſchieſst an.

Die Salze, welche man erhält, wenn *Ammoniakgas* von *Fluoborſäuregas* condenſirt wird, und die von Gay-Luſſac, ſo wie ſpäter ausführlich von J. Davy ſtudirt wurden, gehören nicht zu dieſer Reihe. Ich übergehe ſie hier deshalb, und will nur noch erinnern, daſs Thenard und Gay-Luſſac gefunden haben, daſs das von ihnen dargeſtellte Ammoniakſalz, dem Waſſer ausgeſetzt und darauf ſublimirt, Boraxſäure hinterlieſs, wodurch ſie die Art der Zuſammenſetzung dieſer Säuren beſtimmten *). Bei dieſem Verfahren ging das Salz von einem wirklichen Fluoborat zu einem fluſsſpathſauren Bor-Ammoniak

*) Recherches phyſico-chimiques II. 43.

über, aus einem ähnlichen Grunde wie wir es bei dem Fluosilicate gesehen haben.

Flussspathsaures Bor-Baryt wird am Leichtesten dadurch erhalten, dass man so lange kleine Portionen von kohlensaurem Baryt in verdünnter Fluoborsäure auflöst, als diese noch ohne Rückstand aufgenommen werden. Setzt man kohlensauren Baryt in Ueberschuss hinzu, so wird das durch die Sättigung der Säure schon gebildete Salz zersetzt und es fällt ein schwerlösliches Fluoborat nieder. Wird die Auflösung verdampft, und enthielt sie einen Ueberschuss von Boraxsäure, so schiesst letztere aus derselben zuerst an, und erst später bei einer dünnen Syrups-Consistenz der Lösung, krystallisirt das Barytsalz. Durch Abkühlen der Lösung erhält man dieses in langen Nadeln, durch freiwilliges Verdunsten hingegen in rechtwinklig 4seitigen Prismen, welche nicht selten jene treppenförmigen Vertiefungen der Kochsalzkrystalle zeigen. Das Salz reagirt sauer, schmeckt aber nicht so, sondern wie die Barytsalze im Allgemeinen. Bei + 40° verliert es Krystallwasser und verwittert an der Oberfläche; löst sich jedoch ohne Trübung wieder in Wasser auf.

Von Alkohol wird es zersetzt, der ein saures Salz auflöst und ein pulverförmiges zurücklässt, dessen Zusammensetzung ich nicht untersucht habe. Durchs Glühen wird es zersetzt, giebt dabei anfangs flüssige, darauf gasförmige Fluoborsäure und hinterlässt flussspathsauren Baryt. Sein Gehalt an Krystallwasser ward durch Zusammenschmelzen mit Bleioxyd ausgemittelt, und es fand sich, dass derselbe 10,34 pr. C. betrug, dessen Sauerstoff also zweimal so viel aus-

macht als der der Baryterde, welche in dem Salze befindlich ist.

Flussspathsaure Bor - Kalkerde. Kohlensaurer Kalk wird von Fluoborsäure aufgelöst, überläst man aber die Lösung dem freiwilligen Verdunsten, so bekommt man Krystalle von Boraxsäure und einen gelatinösen Niederschlag, der flusspathsaurer Bor-Kalk ist. Man bekommt ihn auch, wenn künstlicher Flussspath mit Fluoborsäure behandelt wird. Verdunstet man die filtrirte saure Auflösung, so setzt sich das Aufgelöste eben so als eine gelatinöse Masse ab. Die Verbindung röthet Lackmuspapier, schmeckt sauer und wird von Wasser zersetzt, welches ein saureres Salz aufnimmt, gerade wie bei dem entsprechenden Kieselsalze.

Flussspathsaure Bor - Talkerde. Ist ein im Wasser leicht auflösliches Salz, das während des Abdampfens in grossen prismatischen Krystallen anschiesst; schmeckt bitter, wie die Talkerdesalze im Allgemeinen.

Flussspathsaure Bor - Thonerde löst sich nur mittelst eines Ueberschusses an Säure in Wasser; bei langsamen Verdampfen der Flüssigkeit bekommt man es in Krystallen. Wird flusspathsaures Bor - Natron mit salzsaurer Thonerde vermischt, so entsteht ein Niederschlag von Thonerde mit weniger Flussspathsäure und Boraxsäure, während ein anderer Theil in der Flüssigkeit mit Ueberschuss an Fluoborsäure zurückbleibt. Das Gefällte schmilzt beim Glühen und giebt Fluoborsäure nebst Wasser. Der Rückstand scheint boraxsaure Thonerde zu seyn.

Flussspathsaure Bor-Yttererde ist nur bei Ueberschuss von Säure in Wasser löslich und kann durch Verdampfen dieser Auflösung in Krystallen dargestellt werden.

Die Salze der übrigen Erden habe ich nicht untersucht. Von den der Metalle habe ich nur die Blei-, Kupfer- und Zinkoxydsalze dargestellt.

Flussspathsaures Bor-Bleioxyd wird erhalten, wenn Fluoborsäure so lange mit kohlensaurem Bleioxyde in kleinen Portionen gesättigt wird, bis dass ein Niederschlag entsteht. Die Flüssigkeit wird bei gelinder Wärme bis zur Syrups-Consistenz verdampft und alsdann zum Erkalten hingestellt, worauf das Salz in langen prismatischen Nadeln anschiesst. Bei langsamer Verdampfung an freier Luft gelingt die Krystallisation äusserst schwer; es bilden sich kurze, wie es scheint rechtwinklige vierseitige Prismen oder Tafeln, denen gleich, welche das Barytsalz zeigt. Das Salz schmeckt süss und zusammenziehend, hintennach etwas säuerlich. Vom Wasser wird es zersetzt, welches ein saures Salz auflöst und ein basisches zurücklässt. Eben so wird es vom Alkohol zersetzt. Wenn man es mit Bleioxyd erhitzt, so bekommt man, durchaus so wie bei den Kieselsalzen, eine sehr leicht schmelzbare basische Verbindung, von welcher Wasser ein basisches Bleisalz auflöst, dessen Auflösung durch die Kohlensäure der Luft zersetzt wird.

Flussspathsaures Bor-Zinkoxyd wurde durch Auflösung von Zinkspänen in Fluoborsäure, bei gewöhnlicher Temperatur der Luft, dargestellt. Als die Gasentwickelung aufhörte, ward die Auflösung verdampft, die endlich eine syrupsdicke Salzmasse gab,

welche nach dem Erkalten gestand und an der Luft zerfloſs.

Fluſsspathsaures Bor - Kupferoxyd erhält man, wenn das Barytſalz mit einer Auflöſung von ſchwefelſaurem Kupfer gefällt, dann filtrirt und abgedunſtet wird. Erſt nach dem Eindampfen zur Syrupskonſiſtenz ſchieſst es an und geſteht darauf zu einer in Nadeln kryſtalliſirten Maſſe von hellblauer Farbe, die ſogleich an der Luft feucht wird.

Das Angeführte dient nur dazu die Exiſtenz dieſer Art von Salzen an den Tag zu legen. Den Charakter eines jeden einzelnen zu kennen, gehört, obgleich es nicht ohne Intereſſe iſt, dennoch zu dem minder Wichtigen.

Ich komme nun zu der Unterſuchung der Zuſammenſetzung derjenigen Verbindungen, für welche die Kenntniſs der Sättigungscapazität der Boraxſäure unentbehrlich iſt.

In den chemiſchen Tabellen habe ich den Sauerſtoffgehalt der Boraxſäure zu 74,17 pr. C. angegeben und ihre Sättigungscapacität zu 37,085. Dieſe Zahlen gründen ſich auf eine Analyſe des *boraxſauren Ammoniaks* und der *kryſtalliſirten waſſerhaltigen Boraxſäure*, welche ich in den Afhandling. i Fyſik etc. V. p. 444 beſchrieben habe. Die Analyſen des boraxauren Bleioxydes und der boraxauren Baryterde gaben mir nie übereinſtimmende Reſultate, weshalb ich bei der angeführten Analyſe des Ammoniakes verbleiben zu müſſen glaubte. Spätere von L. Gmelin und A. Arfvedſon angeſtellte Analyſen lieſsen mich jedoch die Richtigkeit dieſer Beſtimmungen bezweifeln, und ich verſuchte daher, ein boraxſaures Am-

moniak von der Zusammensetzung wieder darzustellen, wie ich es früher analysirt hatte. Allein ich erhielt stets andere Resultate, was mich auf die Vermuthung brachte, daſs bei meiner ersten Analyse in Aufzeichnung des Gewichtes von dem zur Probe angewandten Salze ein Irrthum begangen worden sey.

Bei der Analyse der natürlichen boraxsauren Talkerde, die Hr. Arfvedson vor einigen Jahren anstellte *), nahm er eine Untersuchung über die Zusammensetzung verschiedener boraxsauren Salze vor, in der Absicht diesen Gegenstand zu berichtigen; er erhielt aber dabei eine solche Menge variirender Resultate, daſs er dieses Unternehmen unvollendet lieſs. Er hat die Güte gehabt mich freien Gebrauch von seinen Resultaten, zum Behufe dieser Arbeit, machen zu lassen, welche dadurch ansehnlich verkürzt worden ist, da zu dem, was damals verwickelt schien, jetzt der Leitfaden gefunden ist, und die scheinbaren Anomalien sich mit den chemischen Gesetzen in Uebereinstimmung bringen lassen.

Hr. Arfvedson analysirte das boraxsaure Natron (Borax) auf die Weise, daſs er das geschmolzene Salz entweder mit feingeriebenem Fluſsspath oder mit fluſsspathsaurem Baryt mengte und das Gemenge darauf durch Schwefelsäure zersetzte. Die Boraxsäure entwich mit der Fluſsspathsäure, und aus der rückständigen Masse ward durch Wasser schwefelsaures Natron ausgezogen, welches nach dem Abdampfen und Glühen, den Gehalt an Natron lieferte. In ei-

*) K. Vetensk. Acad. Handl. 1822. p. 92, daraus in N. Schweigg. J. VIII. 7.

nem dieser Versuche fand er 0,308 und in dem andern 0,314 von dem Gewichte des Salzes an Natron; der Verlust ward als Boraxsäure berechnet.

Reine Flusspathsäure statt der genannten flussspathsauren Salze angewandt, leistet dasselbe und macht überdiess den Versuch viel einfacher; ich zersetzte daher ein gegebenes Gewicht von geschmolzenem Borax in einem gewägten Platintiegel, durch eine Mischung von Flusspathsäure und Schwefelsäure. 2,634 Grm. geschmolzenen Boraxes gaben auf diese Art 1,853 Grm. an schwefelsaurem Natron. Hienach besteht der Borax aus: Boraxsäure 69,173 und Natron 30,827, welches so nahe mit einem der Versuche des Hrn. Arfvedson übereinstimmt, als man es nur erwarten kann.

Da der Borax viel Wasser enthält, welches er nicht leicht fahren läfst, so schien mir eine genaue Bestimmung dieses Wassergehaltes dem Resultate der Analyse die gröfstmögliche Schärfe geben zu können. Ich schmelzte daher zuerst den Borax um die organische Materie zu zerstören, mit der er oft verunreinigt ist, und liefs ihn darauf wieder krystallisiren. Nach 24stündigem Trocknen auf Filtrirpapier, wurden die Krystalle zu Pulver zerrieben, damit sie kein mechanisch eingeschlossenes Wasser behielten, alsdann eine Stunde lang der freien Luft ausgesetzt, und nun ein gewägtes Quantum ganz allmählig in einem Platintiegel mit der Vorsicht erhitzt, dafs die Masse nicht ins Kochen kam, worauf sie zuletzt mit Leichtigkeit in glühenden Flufs gebracht ward. Ich stellte drei Versuche mit dem nämlichen Pulver an und zwar *nach* Zwischenzeiten von 6 und 12 Stunden, um aus-

zumitteln, in wiefern der Waſſergehalt des Salzes durch Verwittern geändert würde. In allen dieſen Verſuchen wurden von 10 Gramm gepülverten Boraxes 5,29 Grm. an geſchmolzenem Salz erhalten. Der Waſſergehalt beträgt daher 47,1 pr. C. und das Waſſer haltende Salz beſteht folglich nach dieſen Verſuchen aus:

Boraxſäure	36,59		
Natron	16,31 ;	Sauerſtoff	4,1715
Waſſer	47,10 ;	- -	41,889

Es iſt klar, daſs der Sauerſtoffgehalt des Waſſers hier 10mal ſo groſs iſt als der der Baſe. Wenn nun was mit groſser Wahrſcheinlichkeit angenommen werden kann, die Menge des Waſſers ſich mit gröſserer Genauigkeit beſtimmen läſst, als die des Natrons, ſo wird man die letztere mit um ſo gröſserer Sicherheit nach der erſteren berechnen können, als aus einem Fehler im Waſſergehalt, nur $\frac{1}{10}$ deſſelben für den Natrongehalt entſpringt, und darnach ergiebt ſich für die Zuſammenſetzung des kryſtalliſirten Boraxes:

Boraxſäure	36,5248	. .	100,0000
Natron	16,3753	. .	44,8336
Waſſer	47,1000		

Dieſe 44,8336 Natron enthalten 11,4684 Sauerſtoff, welche Zahl die Sättigungscapacität der Boraxſäure in allen mit dem Boraxe proportionalen Salzen bezeichnet. Die Säure muſs nun den Sauerſtoff in einem gewiſſen Multiplum von 11,4684 enthalten; das Dreifache dieſer Zahl wäre 34,4052 und ſtimmte mit dem von Gay-Luſſac und Thenard gefundenem

Verhältnisse überein, nach welchem die Boraxsäure ⅙ ihres Gewichtes an Sauerstoff enthalten soll. Die von Davy gefundene Zahl, nämlich 68 pr. C. macht dagegen fast genau das 6fache der Sättigungscapazität aus.

Hrn. Arfvedsons Versuche die Sättigungscapacität der Boraxsäure für andere Verbindungsstufen zu bestimmen, um dadurch auszumitteln, in welchem Multiplum beim Borax der Sauerstoff der Boraxsäure zu dem des Natrons steht, haben eine Mannichfaltigkeit in den Verbindungsgraden zu erkennen gegeben, welche anfänglich in der That verwirrend war, die aber, wie wir bald sehen werden den besten Beweis über die Zusammensetzung dieser Säure geben.

Hr. Arfvedson hat nicht weniger als drei verschiedene Verbindungsstufen zwischen der Boraxsäure und dem Ammoniak analysirt, und folgende Resultate erhalten:

	— 1 —	— 2 —	— 3 —
Boraxsäure	64,0	63,34	55,95
Ammoniak	7,9	12,88	21,55
Wasser	28,1	23,78	22,50

In diesen ist die Boraxsäure mit Quantitäten von Ammoniak verbunden, die in andern Basen nahe den Sauerstoffmengen entsprechen: 5,734; 11,468; 17,202, also wie 1 : 2 : 3. In dem älteren Versuche, welchen ich vorhin anführte, hatte ich gefunden:

		berechnet
Boraxsäure	37,93	39,8
Ammoniak	30,31	29,4
Wasser	31,73	30,8

welches sich wieder dem Verhältnisse nähert, nach welchem der Sauerstoff der Base 34,4 ist, d. h. ein Sextuplum des niedrigsten Verbindungsgrades. Ich führe dieses an, obgleich es mir nicht gelang, ein so zusammengesetztes Salz wieder hervorzubringen; denn wenn ich das Salz aus einer Ammoniak in Ueberschuss haltenden Flüssigkeit anschiessen liess, erhielt ich stets ein Salz von der Zusammensetzung des ersten der angeführten Salze, d. h. ein solches mit dem Minimum des Ammoniakgehaltes. Eben so wenig glückte es Hrn. Arfvedson die beiden andern Salze wieder zu erzeugen; ihre Bildung scheint demnach auf einem Umstand zu beruhen, der noch erst aufgefunden werden muss, und wenn diess gelänge, wäre es vielleicht auch möglich das Salz darzustellen, dessen Analyse ich so eben anführte.

Bei der Analyse der *natürlichen boraxsauren Talkerde* fand Hr. Arfvedson die Sättigungscapacität der Säure zu 16,83, d. h. nahe zu 17,2. Im krystallisirten boraxauren Kali, bereitet aus Boraxsäure und kohlensaurem Kali, betrug die Sättigungscapacität der Säure 5,7, und als wasserfreie Boraxsäure mit einer gewägten Menge von kohlensaurem Kali zusammengeschmelzt und der Verlust an kohlensaurem Gas bestimmt ward, fanden sich 100 Thl. Boraxsäure mit 139 Thl. Kali verbunden, dessen Sauerstoff 23,51 beträgt. Bei ähnlichen Versuchen mit Natron hatten sich 100 Th. Säure mit 135,5 Th. Natron vereinigt, welches 34,66 Sauerstoff enthält. Diese Versuche gaben also folgende Sättigungscapacitäten:

5,734 in den Biboraten von Kali und Natron,
11,468 im Borax und im neutralen boraxſauren Ammoniak,
17,202 im Boracit und im boraxſauren Ammoniak,
22,93 im baſiſch boraxſauren Kali,
34,40 im baſiſch boraxſauren Natron und Ammoniak.

Vergleichen wir dieſe Zahlen, ſo finden wir, daſs ſie Multipla der niedrigſten ſind, mit 2, 3, 4 und 6. Wäre nun der Sauerſtoffgehalt der Boraxſäure 34,4, was mit der Angabe der franzöſiſchen Chemiker übereinſtimmt, ſo machte das boraxſaure Kali, welches hier die 4te Stelle einnimmt, eine Ausnahme von der Regel, nach der der Sauerſtoff des einen Oxydes das Multiplum einer ganzen Zahl von dem Sauerſtoffe des anderen Oxydes ſeyn ſoll. Dieſer Umſtand ſcheint daher zu beweiſen, daſs die Boraxſäure mehr Sauerſtoff enthalten muſs.

Es bieten ſich zur Beſtimmung der Zuſammenſetzung dieſer Säure zwei Wege dar, nämlich die Erforſchung des relativen Verhältniſſes, in dem ſich Boraxſäure und Fluſsſpathſäure mit einander verbinden und die directe Syntheſe durch Oxydation des Borons.

Zu der erſteren ſchien mir vor Allem die Analyſe des fluſsſpathſauren Bor-Kali und des fluſsſpathſauren Bor-Barytes paſslich zu ſeyn. Die groſse äuſsere Aehnlichkeit des erſteren mit dem entſprechenden Kieſelſalze, lieſs vermuthen, daſs die Atomenanzahl in beiden die nämliche ſey, d. h. daſs die Baſe mit 3 Atomen Fluſsſpathſäure und einer Quantität von Boraxſäure in Verbindung ſtehe, deren Sauerſtoffmenge doppelt ſo groſs ſey, als die der Baſe.

100 Thl. Barytſalz mit Bleioxyd, bei einer höheren Temperatur zerſetzt, verloren 10,5 Th. Waſſer; 100 andere Theile deſſelben Salzes gaben 67,2 Thl. ſchwefelſauren Baryt, entſprechend 44,10 pr. C. Baryterde.

150 Th. des Kaliſalzes, durch Schwefelſäure in einem gewägten Platintiegel zerſetzt, hinterlieſsen 103,8 Thl. an ſchwefelſaurem Kali, entſprechend 37,417 pr. C. Kali. Nehmen wir nun an, der Sauerſtoffgehalt der Boraxſäure ſey 34,4 und der Sauerſtoffgehalt der beiden Säuren in der Fluoborſäure unter ſich gleich, ſo folgt, indem ſich 3 Atome des neutralen fluſsſpathſauren Salzes mit 2 Atomen Fluoborſäure verbinden, daſs das Barytſalz, mit einem Waſſergehalt, deſſen Sauerſtoff 2 mal ſo viel beträgt, als der der Baſe, 44,16 pr. C. Baryterde enthält, und das Kaliſalz, ohne Waſſergehalt, 37,42 pr. C. Kali. Dieſs Verhältniſs ſchien mithin vollkommen beſtätigt zu ſeyn.

Als ich darauf verſuchte Boron zu oxydiren, bekam ich jedoch, wie ich weiterhin anführen werde, ſtets einen gröſseren Sauerſtoffgehalt, und obſchon ſich der Ausſchlag niemals gleich blieb, ſo ging doch ſichtlich daraus hervor, daſs die Boraxſäure mehr als 34,4 pr. C. Sauerſtoff enthalten muſste. Man ſieht leicht, daſs wenn in der Boraxſäure 68,81 pr. C. Sauerſtoff vorhanden ſind und die angeführten Doppelſalze eine ſolche Zuſammenſezzung haben, daſs die Fluſsſpathſäure 4 mal und die Boraxſäure 3 mal ſo viel Sauerſtoff als die Baſis enthält, der procentiſche Gehalt an Baſis in beiden Fällen faſt durchaus gleich wird. Es iſt daher unmög-

lich, durch Bestimmung der Menge der Basis auszumachen, welcher von diesen Fällen der rechte ist. Ueberdiess kann auch nicht die Menge der Flussspathsäure ausgemittelt werden, denn einmal mit Boraxsäure vereinigt, ist sie auf keine solche Weise von dieser zu trennen, dass sich die beiden Säuren nach ihrem relativen Gewichte bestimmen liessen. Es blieb daher nur allein die Synthese übrig.

Ich nahm zuvörderst an, dass die flussspathsauren Bor-Salze aus einer gleichen Anzahl von Atomen, wie die entsprechenden Kieselsalze zusammengesetzt seyn, dass die Boraxsäure 34,3 pr. C. Sauerstoff enthalte und dass dieser Gehalt 3 Atome repräsentire, und wägte darauf nach diesem Verhältnisse trocknes Bicarbonat von Kali und trockne krystallisirte Boraxsäure ab, welche letztere nach meinem älteren Versuche eine solche Quantität Wasser enthält, dass deren Sauerstoffmenge zwei Mal so viel beträgt als die, welche in der Boraxsäure angenommen ist. Beide wurden in Wasser aufgelöst, die Auflösung mit Flussspathsäure vermischt, bis dass sie scharf sauer schmeckte, und nach Absetzung des Doppelsalzes filtrirt und zu einem geringeren Volumen eingedampft. Darauf theilte ich sie in zwei Theile und versetzte den einen mit Fluoborsäure, den andern aber mit flussspathsaurem Kali. Der erstere blieb indess klar, zum Beweise, dass alles Kali in Doppelsalz verwandelt war, und der andere kam durch Bildung von Doppelsalz zum Gestehen, zum Beweise, dass er Boraxsäure in Ueberschuss enthielt, und dass das Kali in dem Doppelsalze mit nicht so vieler Boraxsäure verbunden war, als die *obige* Rechnung voraussetzte.

Ich machte nun, auf Wahrſcheinlichkeiten geſtützt, von denen ich weiterhin reden werde, die Annahme, es könne die Boraxſäure 5 Atomen Sauerſtoff enthalten, oder derſelbe 57,4 pr. C. ihres Gewichtes betragen, d. h. das 5fache ihrer Sättigungscapacität im Borax. Aus der bloſsen Zuſammenrechnung zeigte es ſich aber bald, daſs kein in dieſem Falle mögliches Verhältniſs mit der Quantität der Baſis übereinſtimmte, welche der Verſuch lieferte.

Endlich ſetzte ich voraus, es ſeyen 68,81 pr. C. Sauerſtoff in der Boraxſäure vorhanden, es kämen 6 Atome des erſteren auf 1 Atom Boron, und es enthälte in dem Doppelſalze die Boraxſäure 3 mal ſo viel Sauerſtoff als die Baſe, oder was daſſelbe iſt, es ſey die erſtere mit 3 mal ſo viel Fluſsſpathſäure verbunden als die letztere.

Deshalb wägte ich zu dem Gewichte eines Atomen vom Bicarbonat des Kali = 250,6, eine Quantität von kryſtalliſirter Boraxſäure ab, die in der gemachten Vorausſetzung einem Atome entſprach, alſo 154,66, verſetzte beide mit Fluſsſpathſäure und behandelte ſie auf die oben genannte Weiſe. Die durch Verdampfen concentrirte Flüſſigkeit ward in 3 Theile getheilt, von welchen ich zwei auf überſchüſſiges Kali oder Boraxſäure prüfte, ohne indeſs eine Spur davon entdecken zu können, und den dritten im Waſſerbade verdampfte, wodurch er bis auf den letzten Tropfen fluſsſpathſaures Bor-Kali gab. Dieſs war folglich das richtige Verhältniſs.

Aus dem Angeführten geht alſo ſowohl die Zuſammenſetzung der Boraxſäure als der Flusboraxſäure

und der flußspathsauren Bor-Salze hervor, und zwar wie folgt:

Die *Boraxsäure* enthält 6 mal so viel Sauerstoff als das Natron, mit dem sie im Boraxe vereinigt ist, d. h. enthält 68,8104 pr. C. Sie kann mit Basen in solchen Verhältnissen verbunden werden, daſs ihr Sauerstoff 12, 6, 4, 3, und 2 mal so viel beträgt als der Sauerstoff der Basen, und wenn die zwei ersten Verbindungen diejenigen sind, welche vorzugsweise gebildet werden, so ist mit vielem Grund zu glauben, daſs die Boraxsäure 6 Atomen Sauerstoff enthalte und daſs die Salze, deren Zusammensetzung mit der des Boraxes proportional ist, *neutrale Borate* seyen. In diesem Falle wiegt ein Atom *Boron* = 271,96 und ein Atom *Boraxsäure* = 871,96, welche letztere das Zeichen $\dddot{B}$ bekommt. Die procentische Zusammensetzung der Boraxsäure ist:

Boron	31,1896 . .	100,00
Sauerstoff	68,8104 . .	220,62

Die krystallisirte Boraxsäure enthält nach meinen älteren Versuchen *) 44 pr. C. Wasser, von dem sie die Hälfte verliert, wenn man sie bei einer Temperatur von + 100° verwittern läſst, und die zweite Hälfte wenn sie mit einer andern Basis verbunden wird. Es folgt daraus, daſs die Boraxsäure in zwei Verhältnissen mit Wasser vereinigt werden könne, und daſs in dem einen das Wasser halbsoviel, in dem andern aber gleichviel Sauerstoff enthalte wie die Boraxsäure.

*) Afhandl. i Fysik etc. V. p. 444 und daraus in Schweigg. J. XXI. p. 315.

Ein Atom krystallisirter Boraxsäure wiegt daher 1546,57 und ein Atom verwitterter 1209,27. Die Zeichen beider Verbindungen sind $\dddot{B} + 3 Aq$ und $\dddot{B} + 6 Aq$ und die procentische Zusammensetzung:

Boraxsäure	1 At.	= 72,1	;	1 At.	56,38
Wasser	3 At.	= 27,9	;	6 At.	43,62

Die *Fluoborsäure* besteht, wenn man die Flussspathsäure als eine Sauerstoffsäure betrachtet, in einem solchen Verhältnisse aus beiden Säuren, dass die Menge des Sauerstoffes in beiden gleich ist, d. h. aus einem Atome Boraxsäure und 3 Atomen Flussspathsäure. Ihr Zeichen ist $= \dddot{B}\,\ddot{F}^3$ und ihre Zusammensetzung nach Procenten:

Flussspathsäure	47,942
Boraxsäure	52,058

Wird Fluoborsäuregas von Wasser bis zur verdünnten Auflösung absorbirt (bei der sehr concentrirten scheint das Verhalten anders zu seyn) so wird ¼ der Boraxsäure in Freiheit gesetzt, und ist das Wasser nicht hinreichend sie aufgelöst zu behalten, so krystallisirt ein Theil derselben aus der Flüssigkeit. Die hiebei sich bildende Verbindung besteht aus einem Atome wasserhaltiger Flussspathsäure und einem Atome Fluoborsäure, hat folglich das Zeichen $= Aq^2\ddot{F} + \dddot{B}\,\ddot{F}^3$.

Die *flussspathsauren Bor-Salze* werden gebildet, wenn in dieser Verbindung das Wasser durch irgend eine andere Basis ersetzt wird, und sie sind so zusammengesetzt, *dass die Basis in ihnen* mit 4 mal so

viel Flussspathsäure verbunden ist, als in dem neutralen Salze und mit einer Quantität Boraxsäure, deren Sauerstoff dreimal so viel beträgt als der der Basis. Die Formel für die Zusammensetzung dieser Salze ist, wenn *R* das Radical bezeichnet: $\ddot{R}\bar{F} + \dddot{B}\ddot{F}^3$ und $\bar{R}^2\ddot{F}^3 + 3\dddot{B}\bar{F}^3$. Beim Vergleichen dieser Formeln mit denen der entsprechenden Kieselverbindungen, findet man leicht, dass die Anzahl der Atome nicht gleich ist, und dass in den Bor-Salzen die Base ein Atom Flussspathsäure mehr aufnimmt, als in den Kieselsalzen.

Es bleibt jetzt nur noch übrig diesen Bestimmungen die letzte Bekräftigung zu geben, die nämlich, das Boron in Säure zu verwandeln und die Quantität des dabei gebunden werdenden Sauerstoffes zu bestimmen.

Zersetzung des Fluoborsäuregases durch Kalium. Fluoborsäuregas, in einem Glasgefäse aus Boraxsäure, Flussspath- und Schwefelsäure bereitet, wurde 24 Stunden lang der Berührung mit krystallisirter Boraxsäure ausgesetzt, um es von flussspathsaurer Kieselerde zu befreien, und dann mit Bleisuperoxyd behandelt um schwefligsaures Gas fortzuschaffen. In dem so gereinigten Gase wurde Kalium erhitzt, auf dieselbe Weise wie in flussspathsaurer Kieselerde. Im Anfange ward es schwarz, bedeckte sich mit einer dicken Kruste, und als diese endlich sprang, entzündete sich das Metall und brannte mit röthlicher Flamme. Die gebrannte Masse entwickelte, mit Wasser behandelt, noch ein wenig Wasserstoffgas und war sehr schwer auszuwaschen. Das auf diese Art erhaltene

Boron ward im luftleeren Raum durch Erhitzung bis zum anfangenden Glühen getrocknet und darauf 5 Centigrmm. desselben in Salpetersäure gelöst, wobei 1 Centigrmm. Silicium zurückblieben. Die Auflösung hatte eine gelbe Farbe, welche durch einen neuen Zusatz von Salpetersäure und abermaliges Sieden nicht zerstört werden konnte. Verdampft und bis zum Schmelzen der Boraxsäure mit Verhütung des Spritzens erhitzt, wog die Masse 5 Centigrammen, nach welchem Versuch der Sauerstoffgehalt der Boraxsäure nur 40 pr. C. betragen würde.

Da das auf diese Art erhaltene Boron sehr unrein war, so bereitete ich anderes von geschmolzener und gepülverter Boraxsäure, welche in einem kleinen wohl bedeckten Eisentiegel, der in einem Platintiegel stand, mittelst Kalium bei der Glühhitze reducirt ward. Das Boron war auch diesmal schwer auszuwaschen, und dazu kam noch der Umstand, dafs es sich in dem Maafse als das Salz von ihm abgeschieden wurde, mit dem Wasser vermischte und durchs Filtrum ging; es ward zuletzt so viel Boron vom Wasser aufgenommen, dafs eine klare gelbe Flüssigkeit durchs Papier lief. Um dieser Auflösung zuvorzukommen, wusch ich das Boron zuerst mit einer Auflösung von Salmiak und darauf mit Alkohol um den Salmiak wegzunehmen. Nach dem Trocknen wurde es im luftleeren Raume erhitzt, um es von Feuchtigkeit völlig zu befreien. In Salpetersäure aufgelöst gab es eine höchst geringe Spur von Silicium, aber die Auflösung wurde gelb, wiewohl weniger gefärbt als vorher. 3 Centigrmm. dieses Borons mit einer Auflösung von salzsaurem Golde digerirt, gaben 0,198 Grm. reducir-

ten Goldes, dem 54,5 pr. C. Sauerstoff in der Boraxsäure entsprechen. 6 Centigrmm. desselben Borons in Salpetersäure aufgelöst, und die Auflösung mit einem bestimmten Gewichte Bleioxyd übersättigt, zur Trockne verdampft und in einem gewägten Platintiegel so lange geglüht, als die Masse noch am Gewichte verlor, gaben 0,142 Grm. Boraxsäure im Bleioxyde, wornach die Boraxsäure 57,75 pr. C. Sauerstoff enthalten würde. Da dieses Resultat mit dem des vorigen Versuchs nahe übereinstimmt, und nach beiden in der Boraxsäure ungefähr 5mal so viel Sauerstoff als im Natron vorhanden sind, so ward dadurch die früher erwähnte Meinung veranlasst, es sey diess die wahre Zusammensetzung der Boraxsäure.

Ich bereitete nun eine neue Portion Boron auf die Art, dass ganz reines flussspathsaures Borkali in einem Eisentiegel mit Kalium gemengt und reduzirt ward. Hiedurch erhält man Boron am leichtesten und mit dem geringsten Verlust an Kalium, aber das Produkt ist schwerer auszuwaschen, da es unzersetztes und geglühtes flussspathsaures Borkali enthält, das nur durch ein lang anhaltendes Aussüssen mit kochender Salmiaklösung weggenommen werden kann. Kaustisches Ammoniak im Wasser vermehrt nicht die Auflöslichkeit des Doppelsalzes und eben so wenig wird es durch Salzsäure leichter löslich. Nach dem Ausglühen dieses Borons in Wasserstoffgas, wobei Feuchtigkeit und Fluoborsäure entweichen, wurde es wiederum mit Wasser ausgewaschen, in welchem es sich jetzt nicht mehr auflöst. Nach völligem Auswaschen ward es im luftleeren Raume erhitzt, darauf in einen kleinen gewägten Glasapparat gebracht und

in einem Strome von Sauerstoffgas erhitzt. Es verglimmte mit ausgezeichneter Lebhaftigkeit, und eine grüne Flamme schwebte über der Masse, zum Beweise, dass sich Wasserstoffgas entwickelte. Das dadurch gebildete Wasser wurde in einer mit salzsaurem Kalke gefüllten Röhre aufgefangen, wog aber nur 0,003 Grm. Das überschüssige Sauerstoffgas wurde in Kalkwasser geleitet und trübte dieses, zum Zeichen, dass Kohlensäure gebildet worden war. Die Masse hatte um 0,056 Grm. an Gewicht zugenommen, sonst aber ihre Farbe und ihr pulverförmiges Ansehen beibehalten. Mit Wasser ausgezogen blieben 0,017 Grm. Boron ungelöst zurück, so dass sich 0,035 Grm. Boron mit 0,056 Grm. Sauerstoff verbunden hatten und nach diesem also die Boraxsäure 61,5 pr. C. Sauerstoff enthalten würde. Erwägt man nun, dass in dem angewandten Boron sich eine kleine unbestimmte Menge Kohle befand, von welcher beim Verbrennen die Kohlensäure herrührte, so sieht man, dass der Sauerstoffgehalt eigentlich noch grösser ausgefallen wäre. Ich halte es für wahrscheinlicher, dass die gelbe Farbe, welche die Auflösung des Borons in Salpetersäure annimmt, von einem Kohlengehalte des Kaliums herrührt, da letzteres, wie ich schon früher anführte *), nach der von mir zu seiner Darstellung angewandten Methode, vielleicht nicht vollkommen frei von Kohle erhalten werden kann, und dass jene gelbe Farbe vom sogenannten künstlichen Gerbestoff entsteht.

Obgleich es nicht möglich zu seyn scheint, das Boron in einem so absolut reinen Zustand darzustel-

*) In diesen Annalen Bd. 77. p. 210. (P.)

len, daſs die Zuſammenſetzung der Boraxſäure dadurch ſicherer beſtimmt werden könnte, als durch den vorher angeführten indirecten Weg, ſo halte ich dennoch dieſe ſynthetiſchen Verſuche für hinreichend, um mit völliger Gewiſsheit entſcheiden zu können, welche von den zwei möglichen, aus ihren Sättigungscapacitäten abgeleiteten, Zuſammenſezzungen der Boraxſäure die richtige ſey, zumal noch hinzukommt, daſs die gefundene Zuſammenſetzung der Fluoborſäure mit keinem anderen Sauerſtoffgehalte bei der Boraxſäure übereinſtimmt.

Boraxſäure und fluſsſpathſaure Kieſelerde. Es iſt bekannt, daſs kryſtalliſirte Boraxſäure die gasförmige fluſsſpathſaure Kieſelerde abſorbirt, und daſs waſſerfreie Boraxſäure letztere durchaus unverändert läſst. Ich hielt es für wahrſcheinlich, daſs eine Verbindung von fluſsſpathſaurer Kieſelerde mit fluſsſpathſaurer Boraxſäure beſtehen könnte und lieſs deshalb gasförmige fluſsſpathſaure Kieſelerde durch eine gewogene Portion kryſtalliſirter Boraxſäure abſorbiren, ſo lange als letztere noch ſolche aufnahm. Der Sicherheit wegen wurde ſie noch 48 Stunden im Gaſe gelaſſen, nachdem ſchon alle Abſorbtion beendet war. 100 Thl. Boraxſäure hatten dabei 129,02 Th. fluſsſpathſaurer Kieſelerde eingeſogen.

Die kryſtalliſirte Boraxſäure enthält 56,38 Theile waſſerfreier Säure, deren Sauerſtoff 38,38 beträgt, und 129,02 Thl. fluſsſpathſaurer Kieſelerde enthalten 52,9 Thl. Fluſsſpathſäure, deren Sauerſtoff 39,5 iſt. Der Ueberſchuſs auf dieſer Seite rührt daher, daſs das Gefäſs mit Boraxſäure beim Wägen, vor dem Verſuche atmoſphäriſche Luft und nach demſelben fluſs-

spathsaures Kieselgas enthält, welches schwerer als die Luft ist. Da der so dargestellte Körper an der Luft nicht rauchte, so erhellt daraus, daſs er kein Gemenge von Fluoborsäure mit Kieselerde ist, sondern als eine wirkliche Verbindung betrachtet werden muſs, in welcher die Fluſsspathsäure zwischen der Boraxsäure und Kieselerde gleichmäſsig vertheilt ist. Wasser zersetzt dieselbe und scheidet Kieselerde ab, aber nicht sämmtliche, denn aus der Auflösung fällt Ammoniak eine neue Portion Kieselerde. Wäre diese Auflösung wohl als fluſsspathsaure Bor-Kieselerde zu betrachten? Ich löste die gesättigte Verbindung in Wasser auf, wusch die unaufgelöste Kieselerde so lange, als das durchgehende Wasser sauer reagirte, und glühte sie darauf. Sie wog genau ¾ von dem ganzen Quantum der Kieselerde, welches die Boraxsäure aufgenommen hatte, woraus zu folgen scheint, daſs sich eine fluſsspathsaure Bor-Kieselerde von analoger Zusammensetzung mit den übrigen Doppelsalzen in der Flüssigkeit aufgelöst habe, welche stark durch Ammoniak gefällt wurde. Doch muſs ich hinzufügen, daſs die Kieselerde während des Glühens stechende saure Dämpfe ausstieſs, was vermuthen läſst, daſs der Niederschlag gleich dem Aufgelösten ein Doppelsalz, jedoch von andern Verhältnissen gewesen ist.

Es bleibt mir nun noch übrig, zur Prüfung der oben angeführten Zahl mit ihr die Versuche John Davy's über die Verbindungen des Fluoborsäuregases mit Ammoniak zu vergleichen. Er fand nämlich, daſs sich ersteres mit dem Ein-, Zwei- und Dreifachen seines Volum von dem letzteren verbindet und eigene Doppelsalze hervorbringt. Nach dem specifischen

Gewichte, welches er für das Fluoborsäuregas fand, enthalten 100 Th. desjenigen Salzes, welches durch die Vereinigung gleicher Volumina entsteht:

Ammoniak . . .		19,64
Flufsspathsäure	38,52	80,36
Boraxsäure	41,84	

Dieser Flufsspathsäure-Gehalt beträgt fast genau 3 mal so viel, als erfordert wird um mit dem Ammoniak ein neutrales Salz zu bilden. Kommt Wasser hinzu, so wird flufsspathsaures Bor-Ammoniak und boraxsaures Ammoniak gebildet. Das zweite dieser Salze muſs $1\frac{1}{2}$ mal die Quantität Flufsspathsäure enthalten, welche zur Sättigung des Ammoniaks erforderlich ist, und das dritte enthält dieselbe gerade in dem Verhältnisse, wie das neutrale Ammoniaksalz.

Fluoborate. Mit diesem Namen will ich solche Doppelsalze bezeichnen, in welchen die Boraxsäure und Flufsspathsäure mit *einer* Basis verbunden sind. Ich glaube bemerkt zu haben, daſs sie gebildet werden, wenn die vorhergehenden mit der Basis gesättigt werden, und daſs sie in mehreren Verhältnissen zwischen Fluat und Borat bestehen können. Ich habe indessen keines von ihnen näher untersucht; denn die Schwierigkeiten ihrer genauen Analysen schienen mir nicht im Verhältnisse mit dem geringeren Interesse zu stehen, das diese Verbindungen *für jetzt* haben.

Darstellung des Boron, und einiger Eigenschaften dieses Körpers.

Ohne Zweifel besteht die leichteste und lohnendste Art Boron zu erhalten darin, daſs man durch Kalium die Verbindung der Boraxsänre mit Flufsspath-

säure und einem Alkali zersetzt. Die Boraxsäure für sich bekommt man nicht so wasserfrei, daſs nicht vieles Waſſer, selbst nach langem Schmelzen, zurückbliebe, und sie während der Zerpülverung neue Portionen deſſelben wieder aufnähme; dieſs ist die Ursache der heftigen Detonation, womit die Boraxsäure reducirt wird und Theile der Maſſe aus dem Gefäſse geschleudert werden. — Ist dagegen fluſsspathsaures Borkali hinreichend getrocknet, so entsteht fast kein hörbarer Laut in dem Augenblicke der Reduction, und man kann für jeden Atom Kalium die Menge Boron erhalten, welche es geben muſs. Dieſe Operation hat indeſs die Unbequemlichkeit, daſs das fluſsspathsaure Borkali, welches unzersetzt bleibt, nur durch ein langwieriges Auswaschen weggeschafft werden kann. Durch Anwendung von Natrium und fluſsspathsaurem Bornatron möchte dieser Umstand völlig gehoben werden können.

Man hat die Maſſe, welche nach dem Aussüſsen des verbrannten Boron mit Waſſer zurückbleibt, als ein Oxyd von Boron betrachtet. Bei der Vergleichung, die ich damit anstellte, habe ich keinen Unterschied finden können. Es ist nicht einmal, wie das auf gleiche Art behandelte Silicium, weniger entzündlich als vorher, und im übrigen Verhalten ist es dem Boron so vollkommen gleich, daſs ich Grund genug zur Vermuthung habe, es enthalte keinen Sauerstoff.

Schwefelboron.

Das Boron verbindet sich mit Schwefel, aber nicht, wie man vorher glaubte, durch bloſse Zuſam-

menschmelzung. Die grünliche Masse, die auf diese Weise erhalten wird, ist bloss ein mechanisches Gemenge, von dem der Schwefel abdestillirt werden kann, ohne dass sich der Boron mit demselben verbindet. Es erfordert, gleichwie mehrere andere Körper, eine Temperatur, die den Kochpunkt des Schwefels weit übersteigt. Wird Boron bis zum vollen Glühen in Schwefelgas erhitzt, so entzündet es sich und brennt. Da wo es die Oberfläche des Glases in dünnen Schichten bedeckt, bildet sich eine weisse undurchsichtige Masse von Schwefelboron; da, wo das Boron mehr angehäuft war, wird die Masse, wie bei der Oxydation, grau oder bleibt dem Aussehen nach fast unverändert, obgleich ein grosser Theil vom Boron geschwefelt ist. Unter dem Mikroskope sehen die Kanten der neuen Verbindung geschmelzt und durchsichtig aus; vielleicht durch etwas gebildete Boraxsäure, da die Luft nicht vollkommen ausgeschlossen werden konnte. Wird das Schwefelboron mit Wasser übergossen, so löst es sich mit Heftigkeit auf, es wird Schwefelwasserstoffgas entwickelt, die Flüssigkeit mehr oder weniger stark milchig und enthält Boraxsäure. Aus dem grauen Schwefelboron setzt sich dabei noch unverändertes Boron ab. Verschiedene Umstände geben zu der Vermuthung Anlass, dass das Boron in mehreren Verhältnissen mit Schwefel verbunden werden kann; denn in einem Versuche, wo ich das im Schwefelgase brennende Boron keinem weiter fortgesetzten Glühen unterwarf, und es also einen Ueberschuss von Schwefel aufnehmen konnte, gab das Schwefelboron bei der Auflösung in Wasser eine vollkommene lac sulphuris. Bei einem andern Versuche,

in welchem die Boron-Verbindung glühend erhalten wurde, während sich das Schwefelgas auf den kälteren Theilen des Apparates condensirte, wurde zwar auch die Auflösung in Wasser etwas trübe von Schwefel, aber es setzte sich keiner ab. Die Trübung schien daher nur von dem Luftgehalte des Wassers herzurühren. Ich habe nicht das Verhalten des Schwefelborons zu Schwefelmetallen untersucht. Aus dem Angeführten kann man vermuthen, daſs sich diese Verbindungen nicht auf nassem Wege würden darstellen können.

Chlorboron.

Schon Humphry Davy fand, daſs Boron auch ohne Anwendung äuſserer Wärme sich in Chlor entzünde und darin mit Lebhaftigkeit verbrenne, aber er untersuchte nicht das Produkt der Verbindung. Ich habe in dieser Hinsicht Davy's Angabe bestätigt gefunden; ist aber das Boron recht rein und vorher bis nahe zum Glühen im luftleeren Raume erhitzt worden, so entsteht keine Veränderung eher, als bis das Boron erhitzt wird. Das Produkt der Verbrennung ist *ein neues Gas*, das, in Berührung mit atmosphärischer Luft, so stark wie Fluoborsäuregas raucht. Ich fing es über Quecksilber auf, welches das mitfolgende überschüssige Chlor absorbirte. Dieses Gas ist farblos, und riecht vermöge der Salzsäure, die durch die Feuchtigkeit der Luft gebildet wird, stechend sauer. Es wird schnell, aber nicht augenblicklich vom Wasser verschluckt, und wenn die Quantität des Wassers nicht groſs ist, so sieht

man auf dessen Oberfläche sich Boraxsäure absetzen, die wieder aufgelöst wird, wenn man die Flüssigkeit umschüttelt. Es wird auch von Alkohol aufgelöst, der davon denselben Aethergeruch annimmt, als wenn er salzsaures Gas absorbirt hat.

Mit *Ammoniakgas* gemengt wird es condensirt und ein Salz gebildet, das unverändert sublimirt werden kann, das aber weniger flüchtig als Salmiak ist. Kommt Feuchtigkeit hinzu, so bleibt, nach der Sublimation des Salzes, Boraxsäure zurück. Das Chlorboron-Gas condensirt das 1½fache seines Volumens an Ammoniakgas. 25 Volumentheile des sauren Gases mit 25 Th. Ammoniakgas gemengt, hinterliessen 8,4 Theile. Der Ueberschuss wurde untersucht und als saures Gas befunden. In einem andern Versuche wurden 42,5 Th. saures Gas mit 25 Th. Ammoniakgas gemengt, wonach 26,5 Theile des ersteren übrig blieben. 16,5 Th. Chlorboron hatten folglich 25 Theile Ammoniakgas condensirt. — Das Chlorboron besteht aus

Chlor	90,743
Boron	9,257

Das *Boron* wird nicht von *Flussspathsäure* oxydirt oder aufgelöst, wenn man nicht Salpetersäure zusetzt, die es auch ohne Gegenwart der Flussspathsäure in Boraxsäure verwandelt.

Man hat angegeben, dass *Boron* auf trocknem Wege von *Alkali* aufgelöst werden solle, und dass es, wenn man Wasser zusetzt, in der Lauge mit gelblicher Farbe aufgelöst werde. Dieses ist unrichtig.

Erhitzt man *Boron* mit *kohlensaurem Alkali*, so detonirt es auf Kosten der Kohlensäure. Wird es mit dem *Hydrat* eines *feuerfesten Alkali* erhitzt, so wird Wasserstoffgas mit Aufbrausen entwickelt und Boraxsäure gebildet. Setzt man Wasser hinzu, so bleibt der Theil des Borons, der sich noch nicht oxydiren konnte, unaufgelöst zurück. Die Auflösung von Boron in Wasser, welche erhalten wird, wenn man frischbereitetes Boron auswäscht, entsteht nicht durch Alkali, da dieses mit Säure oder Salmiakwasser weggewaschen werden kann und das Boron sich doch wieder, wenn reines Wasser aufgegossen wird, zu einer gelblichen Flüssigkeit auflöst, welche nach dem Verdampfen auf dem Glase einen an dem Rande gelblichen ins Grüne ziehenden, durchscheinenden Ueberzug zurückläſst, der in dickerer Masse springt, sich leicht ablöst und dann durchaus dem unauflöslichen Boron gleicht. Es löst sich nur zum Theil wieder in Wasser auf. Diese Art von Auflöslichkeit gleicht sehr der von Berlinerblau und einigen andern unauflöslichen Körpern, die von reinem Wasser aufgenommen werden, sich aber daraus wieder durch die meisten Salze fällen lassen. Dieſs geschicht fast auf gleiche Weise mit *Uran*, wenn uransaures Kali mit Wasserstoffgas bei einer höheren Temperatur behandelt, und die Masse dann in Wasser aufgelöst und filtrirt wird *).

Das Boron hat in den angeführten Verhältnissen so viele Aehnlichkeit mit *Silicium*, daſs man zwi-

*) Annal. d. Phys.

schen beiden eine ähnliche Zusammenpaarung wie zwischen *Phosphor* und *Arsenik; Schwefel* und *Selenium* machen kann. Es unterscheidet sich indess darin vom Silicium, dass es mit Salpeter bei anfangender Glühhitze mit solcher Heftigkeit detonirt, dass die Explosion beinahe mit der von Schiesspulver kann verglichen werden, und verräth dadurch stärkere und bei niederen Wärmegraden thätigere Affinität als das Silicium.

(Die Fortsetzung folgt.)

II.

Neue Beiträge zur Kenntniſs der Feuermeteore und der herabgefallenen Maſſen;

von

E. F. F. Chladni.

Vierte Lieferung. *)

I. Ueber herabgefallene Maſſen.

Die römiſche Zeitung: *Notizie del giorno*, 1822, enthält in einer Abhandlung über Altrömiſche Zeitungen (*acta diurna, acta urbis populique*) gelegentlich die Nachricht aus einer ſolchen Bekanntmachung, daſs III. Calend. Aprilis unter dem Conſulat des Aemilius ein Steinregen bei *Vejae* gefallen ſey?

Im Jahre 921, in der erſten Indiction, ſind in *Narni* viele Steine gefallen, die man für hölliſch gehalten hat. Der gröſste fiel in den Fluſs Narnus, und war eine Elle hervorragend ſpäter noch zu ſehen. Aus einer handſchriftlichen Chronik in der Fürſtlich Chigiſchen Bibliothek zu Rom vom Mönch Benedictus de St. Andrea zu Soracte, der in der Mitte des zehnten Jahrhunderts lebte. Die Nachricht hat Hr. Doctor Pertz in Hannover (Genealogiſt

*) Die erſte Lieferung findet ſich in B. 68. St. 4. J. 1821 St. 8, S. 329; die zweite B. 71. St. 4. J. 1822 St. 8, S. 339; und die dritte B. 75. St. 3. J. 1823 St. 11, S. 229.

und Archivar des Guelfenordens) in Rom aufgefunden und mir gefälligst mitgetheilt.

? *Lubienicii theatrum cometicum* enthält t. II. p. 226 folgende Nachricht: Anno Domini 1201 cometa apparuit, quem Cardanus accenset iis, ex quibus lapilli quidam sulphurulenti et foetidi deciderunt. Nun habe ich in allen Schriften von Cardanus, die ich habhaft werden konnte, nachgesehen, aber diese Nachricht nicht auffinden können.

Eine ungedruckte *Fortsetzung der Chronik des Martinus Polonus* im Ungarischen Nationalmuseum zu Pesth, deren Verfasser mit Clemens XI. Tode 1314 schliesst, redet von grossen bei Aragon gefallenen Steinen, jeder von der Grösse eines Fasses, und er will gesehen haben, wie einer, der für den König bestimmt war, auf einen Esel geladen ward. Diese Nachricht verdanke ich auch der gütigen Mittheilung des Hrn. Doctor Pertz in Hannover.

Ungefähr um 1780 (da gesagt wird vor 40 Jahren) sind in Nord-Amerika im Stadtgebiete von *Kinsdale*, in New-England, zwischen West River Mountain und Connecticut, nach einer Explosion an verschiedenen Orten Eisenmassen gefallen, 6 Zoll im Durchmesser, wie geschmolzenes und verschlacktes Eisenerz, einer Schlacke aus Schmiedeöfen ähnlich, so dass man ihnen die Schmelzung ansah. Man schrieb es einem vulkanischen Ausbruche zu. Auf nahen Bergen hat man ein Leuchten gesehen. (Es mag also wohl trübe Witterung verhindert haben, das Meteor gehörig zu sehen.) *Quarterly Review*, No. LIX. April 1824. Das ist ist also seit 1751 der erste bekanntgewordene Niederfall von Gediegeneisenmassen.

1818, den 30. März war bei *Zaborzyca* in Volhynien ein Meteorsteinfall, von dem mir nichts weiter bekannt geworden ist, als die Erwähnung und die Analyse von Laugier im *Bulletin de la société philomatique*, Juin 1823. p. 86 und in den *Mém. du Muséum*, 17. Année, t. XVI des Annales, cah. 2. wie auch in diesen *Annalen* B. LXXV. S. 264. Er fand darin Eisenoxyd 45; Kieselerde 41; Magnesia 14,9; Schwefel 4; Thonerde 0,75; Nickel 1; Chrom 0,75; Kalk 2.

1823, den 7. August, zwischen 4 und 5 Uhr Nachmittags, war ein Meteorsteinfall in Nord-Amerika bei *Nobleborò* oder *Nobleborough* in *Maine*. Die erste Nachricht (welche Hr. Doctor Julius in Hamburg mir gefälligst mitgetheilt hat), findet sich in Silliman's *American Journal of science*, Vol. VII. p. 170, wo der Berichterstatter Cleaveland folgendes meldet: Ein Herr Dinsmore, welcher zugegen war, hörte ein Getöse, wie ein Pelotonfeuer, das immer schneller ward. Die Luft war ruhig, und der Himmel klar. Es zeigte sich eine kleine weisse Wolke nahe am Zenith, aus welcher das Getöse kam, (und welche keine eigentliche Wolke, sondern, wie bei andern solchen Meteoren, der durch das Brennen der Masse, und durch den Sonnenschein erleuchtete Rauch und Dampf gewesen ist.) Nach der Explosion schien sich diese Wolke spiralförmig schnell niederwärts zu bewegen, als ob sie auf ihn fallen wollte. Das Getöse war wie ein Wirbelwind in Blättern. In diesem Moment fiel der Stein unter einige Schafe, welche darüber erschraken, aufsprangen, und in das Gehölz liefen. Der Stein war ungefähr 6 Zoll in

die Erde gedrungen, und durch Anstoſsen an einen andern Stein in Stücken zerbrochen. Als er eine Stunde nach dem Falle aufgehoben ward, gab er einen ſtarken Schwefelgeruch. Die ganze Maſſe, ehe ſie zerbrach, mochte 4 bis 6 Pfund ſchwer geweſen ſeyn. Andere ähnliche Stücke ſollen einige Meilen von Nobleboro gefunden worden ſeyn. In den *Annals of Philoſophy*, März 1824, No. 39, p. 236 und im *Philoſophical magazine*, LXIII, p. 16—19, wo dieſelben Nachrichten mitgetheilt werden, findet ſich auch eine Beſchreibung und Analyſe, von J. W. Webſter. Das Aeuſsere und Innere werden eben ſo beſchrieben, wie ſie gewöhnlich an andern Meteorſteinen ſind. Spec. Gew. 2,08 (alſo weit geringer, als bei andern, die bei Alais 1806 gefallenen ausgenommen). Vor dem Löthrohre gab er einen ſchweflichen Geruch, und ward nicht geſchmolzen. Durch den Magnet läſst ſich nichts abſondern. Durch Hitze wurden mehr als 21 Hunderttheile verflüchtigt. Der gefundene Gehalt war: Schwefel 18,3 (alſo mehr, als in irgend einem andern iſt gefunden worden); Kieſelerde 29,5; Thonerde 4,7; Kalkerde eine Spur; Bittererde 24,8; Chrom 4,0 (alſo mehr, als gewöhnlich in andern); Eiſen 14,9; Nickel 2,3; = 98,5. Verluſt 1,5. Nun wird in den *Annals of Philoſophy*, June 1824, p. 466 in einem Aufſatze von Brayley jun. geſagt, dieſe Steine wären den bei Contalax in Finnland 1822, bei Jonzae 1819, und bei Juvenas 1821 gefallenen ähnlich. Das iſt aber nicht recht wahrſcheinlich, und man hat vermuthlich den Stein nicht genau genug betrachtet, indem er Nickel enthält, die andern hier erwähnten, welche denen von Stannern

ähnlich sind, aber nicht; wie denn auch die Mengen mancher Bestandtheile von denen bei andern Meteorsteinen so verschieden sind, dass sich schon deshalb bei genauer Betrachtung einige Verschiedenheit im Ansehen zeigen muss.

1824 war zu Ende des Januar oder Anfang des Februar ein Meteorsteinfall *im Bolognesischen*. Das *Diario di Roma* meldet aus Molinella, in der Legation von Bologna, unter dem 6. Februar: Dieser Tage fielen nahe bei dem Dorfe *Arenazzo* viele Meteorsteine vom Himmel, deren gröster 12 Pfund wog. Vor dem Falle dieser Steine hörte man einen ungewöhnlichen Schall mit einem kleinen Windstoss, worüber die Dorfbewohner sehr erschraken. Der oben erwähnte 12pfündige Meteorstein ward in der Sternwarte zu Bologna aufgestellt. Aus verschiedenen Zeitungen, unter andern der *Allgemeinen Zeitung*, 1824, No. 65. vom 5. März. Die Nachricht in der *medizin. chirurgischen Zeitung*, No. 33. vom 22. April 1824, hat Hr. D. von Schönberg aus Neapel mitgetheilt.

1824, ungefähr im Februar (da die Angaben verschieden sind), fiel ein groser Meteorstein in einiger Entfernung von *Irkutsk*. Im *Hamburger Correspondenten* vom 24. Mai 1824 wird aus Irkutsk vom 10. März gemeldet: Vor 10 Tagen fiel 30 Werst von hier bei hellem Wetter ein Meteorstein. Die Grösse ist wie eine Quadratspanne; die Farbe äusserlich schwarz; unter den innern Bestandtheilen findet sich auch Hornsilber (?). In der *Liste der Börsenhalle* No. 3671 vom 22. Mai 1824 wird aus Petersburg berichtet: Am 12. Februar gegen 2 Uhr nach Mitternacht fand in Irkutsk ein Erdbeben Statt etc. (welches mit dem frü-

man auf dessen Oberfläche sich Boraxsäure absetzen, die wieder aufgelöst wird, wenn man die Flüssigkeit umschüttelt. Es wird auch von Alkohol aufgelöst, der davon denselben Aethergeruch annimmt, als wenn er salzsaures Gas absorbirt hat.

Mit *Ammoniakgas* gemengt wird es condensirt und ein Salz gebildet, das unverändert sublimirt werden kann, das aber weniger flüchtig als Salmiak ist. Kommt Feuchtigkeit hinzu, so bleibt, nach der Sublimation des Salzes, Boraxsäure zurück. Das Chlorboron-Gas condensirt das 1½fache seines Volumens an Ammoniakgas. 25 Volumentheile des sauren Gases mit 25 Th. Ammoniakgas gemengt, hinterliessen 8,4 Theile. Der Ueberschuss wurde untersucht und als saures Gas befunden. In einem andern Versuche wurden 42,5 Th. saures Gas mit 25 Th. Ammoniakgas gemengt, wonach 26,5 Theile des ersteren übrig blieben. 16,5 Th. Chlorboron hatten folglich 25 Theile Ammoniakgas condensirt. — Das Chlorboron besteht aus

Chlor	90,743
Boron	9,257

Das *Boron* wird nicht von *Flussspathsäure* oxydirt oder aufgelöst, wenn man nicht Salpetersäure zusetzt, die es auch ohne Gegenwart der Flussspathsäure in Boraxsäure verwandelt.

Man hat angegeben, dass *Boron* auf trocknem Wege von *Alkali* aufgelöst werden solle, und dass es, wenn man Wasser zusetzt, in der Lauge mit gelblicher Farbe aufgelöst werde. Dieses ist unrichtig.

Erhitzt man *Boron* mit *kohlensaurem Alkali*, so detonirt es auf Kosten der Kohlensäure. Wird es mit dem *Hydrat* eines *feuerfesten Alkali* erhitzt, so wird Wasserstoffgas mit Aufbrausen entwickelt und Boraxsäure gebildet. Setzt man Wasser hinzu, so bleibt der Theil des Borons, der sich noch nicht oxydiren konnte, unaufgelöst zurück. Die Auflösung von Boron in Wasser, welche erhalten wird, wenn man frischbereitetes Boron auswäscht, entsteht nicht durch Alkali, da dieses mit Säure oder Salmiakwasser weggewaschen werden kann und das Boron sich doch wieder, wenn reines Wasser aufgegossen wird, zu einer gelblichen Flüssigkeit auflöst, welche nach dem Verdampfen auf dem Glase einen an dem Rande gelblichen ins Grüne ziehenden, durchscheinenden Ueberzug zurückläfst, der in dickerer Masse springt, sich leicht ablöst und dann durchaus dem unauflöslichen Boron gleicht. Es löst sich nur zum Theil wieder in Wasser auf. Diese Art von Auflöslichkeit gleicht sehr der von Berlinerblau und einigen andern unauflöslichen Körpern, die von reinem Wasser aufgenommen werden, sich aber daraus wieder durch die meisten Salze fällen lassen. Diefs geschieht fast auf gleiche Weise mit *Uran*, wenn uransaures Kali mit Wasserstoffgas bei einer höheren Temperatur behandelt, und die Masse dann in Wasser aufgelöst und filtrirt wird *).

Das Boron hat in den angeführten Verhältnissen so viele Aehnlichkeit mit *Silicium*, dafs man zwi-

*) Annal. d. Physf.

man auf dessen Oberfläche sich Boraxsäure absetzen, die wieder aufgelöst wird, wenn man die Flüssigkeit umschüttelt. Es wird auch von Alkohol aufgelöst, der davon denselben Aethergeruch annimmt, als wenn er salzsaures Gas absorbirt hat.

Mit *Ammoniakgas* gemengt wird es condensirt und ein Salz gebildet, das unverändert sublimirt werden kann, das aber weniger flüchtig als Salmiak ist. Kommt Feuchtigkeit hinzu, so bleibt, nach der Sublimation des Salzes, Boraxsäure zurück. Das Chlorboron-Gas condensirt das 1½fache seines Volumens an Ammoniakgas. 25 Volumentheile des sauren Gases mit 25 Th. Ammoniakgas gemengt, hinterliessen 8,4 Theile. Der Ueberschuss wurde untersucht und als saures Gas befunden. In einem andern Versuche wurden 42,5 Th. saures Gas mit 25 Th. Ammoniakgas gemengt, wonach 26,5 Theile des ersteren übrig blieben. 16,5 Th. Chlorboron hatten folglich 25 Theile Ammoniakgas condensirt. — Das Chlorboron besteht aus

Chlor	90,743
Boron	9,257

Das *Boron* wird nicht von *Flussspathsäure* oxydirt oder aufgelöst, wenn man nicht Salpetersäure zusetzt, die es auch ohne Gegenwart der Flussspathsäure in Boraxsäure verwandelt.

Man hat angegeben, dass *Boron* auf trocknem Wege von *Alkali* aufgelöst werden solle, und dass es, wenn man Wasser zusetzt, in der Lauge mit gelblicher Farbe aufgelöst werde. Dieses ist unrichtig.

Erhitzt man *Boron* mit *kohlensaurem Alkali*, so detonirt es auf Kosten der Kohlensäure. Wird es mit dem *Hydrat* eines *feuerfesten Alkali* erhitzt, so wird Wasserstoffgas mit Aufbrausen entwickelt und Boraxsäure gebildet. Setzt man Wasser hinzu, so bleibt der Theil des Borons, der sich noch nicht oxydiren konnte, unaufgelöst zurück. Die Auflösung von Boron in Wasser, welche erhalten wird, wenn man frischbereitetes Boron auswäscht, entsteht nicht durch Alkali, da dieses mit Säure oder Salmiakwasser weggewaschen werden kann und das Boron sich doch wieder, wenn reines Wasser aufgegossen wird, zu einer gelblichen Flüssigkeit auflöst, welche nach dem Verdampfen auf dem Glase einen an dem Rande gelblichen ins Grüne ziehenden, durchscheinenden Ueberzug zurückläſst, der in dickerer Masse springt, sich leicht ablöst und dann durchaus dem unauflöslichen Boron gleicht. Es löst sich nur zum Theil wieder in Wasser auf. Diese Art von Auflöslichkeit gleicht sehr der von Berlinerblau und einigen andern unauflöslichen Körpern, die von reinem Wasser aufgenommen werden, sich aber daraus wieder durch die meisten Salze fällen lassen. Dieſs geschieht fast auf gleiche Weise mit *Uran*, wenn uransaures Kali mit Wasserstoffgas bei einer höheren Temperatur behandelt, und die Masse dann in Wasser aufgelöst und filtrirt wird *).

Das Boron hat in den angeführten Verhältnissen so viele Aehnlichkeit mit *Silicium*, daſs man zwi-

*) Annal. d. Phys.

ganz von gediegenen Eisen mit kleinen Höhlungen von unregelmäſsiger Gestalt, ward gefunden auf dem Hügel von Tocavita ¼ Meile ostwärts vom Dorfe, im Jahre 1810. Sie war meistens unter der Erde, und nur eine Spitze von einigen Zollen hatte hervorgeragt. Santa Rosa ist etwa 20 Meilen (lieues) in NO von Bogota, in 5° 30′ Breite, und 75° 40′ westlicher Länge von Paris, und in 2744 Meter Höhe. Die Masse war etwa 8 Jahre lang dort bei der Municipalität aufbewahrt, und hernach diente sie 7 Jahre lang einem Hufschmiede als Amboſs. Das Eisen ist ohne glasigen Ueberzug, hämmerbar, von körnigem Gefüge, und läſst sich leicht feilen. Die Schwere ist 7,3. Der Inhalt ist 102 Kubik-Decimeter, das Gewicht also ungefähr 750 Kilogramme. Man fand zugleich umher mehrere kleine Stücke auf demselben Hügel, von denen sie verschiedene mitgenommen haben. Bei chemischer Untersuchung fand sich Eisen 91,41; Nikel 8,59, und kein Mangan oder Kobalt. Auch andere Bruchstücke wurden untersucht. Eins von 681 Grammen, 1810 bei Santa Rosa gefunden, ist hämmerbar, aber schwer zu feilen, hat silberweiſsen Glanz, feines Korn wie Stahl, schmiedet sich gut, ist aber warmbrüchig. Das Gewicht ist 7,6. An Gehalt fand sich: Eisen 91; Nickel 8,21; und 0,28 in Salpetersäure unauflösliche Theile = 99,72. Der unauflösliche Theil ward durch Königswasser schwer angegriffen, und schien aus Nickel, Eisen und Chrom zu bestehen. Ein anderes Bruchstück gab Eisen 91,76; Nickel 6,36 = 98,12, und auch andere zeigten Nickel. Man hat auch im Dorfe Rasgatà in der Nähe des Salzwerkes von Zipaquirà solches Eisen gefunden, in 4° 57′ Breite,

und 76° 33′ Länge, und 2650 Meterhöhe. Eine ſolche Maſſe von 41 Kilogrammen, die Geronimo Torres beſitzt, hat keine Höhlungen; das Gefüge zeigt kleine Facetten; das Eiſen iſt ſehr hart zu feilen, aber hämmerbar, von Silberglanz. Das Gewicht iſt 7,6. Es fand ſich darin 90,76 Eiſen, und 7,87 Nickel, =98,63. Auch in einer andern, mehr ſphäriſchen, Maſſe von 22 Kilogrammen, die an derſelben Stelle gefunden, und viele Höhlungen enthielt, hämmerbar war, und ſilberartigen Glanz hatte, fanden ſich 7 bis 8 Procent Nickel.

In *Polen*, nich weit von *Brahin*, im Gouvernement von Minsk, iſt im Jahre 1809 Gediegeneiſen, dem Pallaſiſchen ähnlich, gefunden worden, welches ſchon in den *Annalen* B. 68, S. 342, wiewohl ſehr unvollſtändig, erwähnt worden iſt. Laugier hat eine Analyſe der von dem Profeſſor in Wilna, Horodecky, erhaltenen Stücke im *bulletin de la ſociété philomatique*, Juin 1823, p. 86, wie auch in den *Mémoires du Muſéum*, 17 Année, cah. 2 gegeben, welche auch in dieſen *Annalen* B. 75, S. 264 mitgetheilt iſt. Er unterſcheidet zwei Varietäten, eine blauliche und eine weiſsliche, welche beide Höhlungen enthalten, die mit Olivin oder Peridot ausgefüllt ſind. In der bläulichen Varietät fand er Eiſen 87,55; Kieſelerde 6,30; Nickel 2,50; Magneſia 2,10; Schwefel 1,85; Chrom 0,50 = 100,60; und in der weiſslichen Varietät Eiſen 91,5; Kieſelerde 3; Nickel 1,5; Magneſia 2; Schwefel 1; von Chrom blos eine Spur = 99,0. Es iſt nicht angegeben, ob er das Eiſen erſt von dem Olivin abgeſondert habe, oder nicht; auch

ist keine Nachricht von einer Beobachtung des Niederfallens gegeben.

Das neuste bekanntgewordene Beispiel, eines wirklich beobachteten Niederfallens von Gediegeneisenmassen ist das vorher erwähnte bei *Kinsdale* in Nordamerika, ungefähr um das Jahr 1780. Aus der Nachricht läst sich nicht urtheilen, ob es derb, oder ob es zellig mit inliegendem Olivin sey.

III. Ueber Feuermeteore.

1761, den 26. Januar um 4 Uhr Morgens, sah man bei *Weiloe* nicht weit von Kopenhagen eine sehr grosse Feuerkugel; sie veränderte mehrmals die Farbe, gieng von S nach N, und verschwand nach 2 Minuten ohne Geräusch. Hierauf bemerkte man eine Luftbewegung, die von Manchen für ein Erdbeben gehalten ward. Aus dem Madrider *Mercurio historico y politico*, Febrero 1761, p. 201.

? 1785, am 13. August, um 11 Uhr gegen Mittag, scheint nicht durch einen Blitz, sondern durch ein Feuermeteor von anderer Art in Frankfurt am Main an 2 Orten Feuer entstanden zu seyn, nach einer mir vom Herrn Geheimen Rathe von Sömmerring gefälligst mitgetheilten Schrift: *Geschichte der ausserordentlichen Naturbegebenheit, da am 13. August 1785 durch einen zweifachen Blitz ohne darauf erfolgten Donner die Reichsstadt Frankfurt an zwei verschiedenen Orten angezündet wurde, von J. G. S. Frankfurt zu finden bei C. G. Kämpfe* 1785. Es war ein etwas trüber Tag mit Sonnenschein und Wolken, aber weder Gewitter noch Blitze zu bemerken. Eine Wolke zeigte sich über der Stadt um 11 Uhr Mittags.

Glaubwürdige Augenzeugen sahen einen leuchtenden Klumpen Feuer aus der Luft von NW her, mehr horizontal als senkrecht auf das Haus des Caffetier Overbeck fahren, unweit der Katharinenpforte nach O zu. Ein Theil schien auf die darauf befindliche Weltkugel zu fahren, weisslich von Farbe, und sich von da herunter auf das Belvedere zu wälzen. Der andere Theil nahm seine Richtung nach SO, nach der Töngesgasse zu. Einer verglich es mit einer Sternschnuppe. Bald darauf stand das Overbecksche Haus in Brand, und man verspürte einen stinkenden Dampf, der unausstehlich nach Schwefel roch. Das Feuer knasterte und rumorte nach ihrer Aussage sehr. Bald darauf war auch Feuer in dem Willemorschen Hause auf der Töngesgasse, gegen SO 200 Schritte davon. (In meinem Buche und auch in den Annalen habe ich mehrere Beispiele angeführt, wo durch Feuermeteore sind Häuser angezündet, oder Menschen und Thiere getödtet oder beschädigt worden).

Die in meinem Buche S. 157 erwähnte Feuerkugel am 27. Jan. 1814, ist auch zu München und Inspruck gesehen worden. *Bairische Nationalzeitung* 1814, Nr. 19, vom 2. Febr., wo auch Herr Geh. Rath v. Sömmerring diejenigen, welche mehr Nachrichten davon mittheilen könnten, dazu aufgefordert hat.

1819 den 24 Jul., Abends ward zu *Youngstown* am *Ohio* ein grosses Feuermeteor gesehen. Der Berichterstatter, in *Silliman's American Journal of sciences*, Mai 1823, t. VI. p. 315, sah es deutlich einige Sekunden vor der Explosion. Ungefähr 3 Minuten nach der gesehenen Explosion ward das Getöse gehört; es

glich dem Abfeuern von schwerem Geschütz in der Entfernung von 3 bis 4 englischen Meilen an einem stillen Abende. Die Richtung war ungefähr nach N. Ein anderer Beobachter, 20 engl. Meilen weiter nordwärts, sah auch die Beleuchtung, und hörte das Getöse noch etwas mehr, als 1 Minute.

Von den, in den *Annalen* B. 75. S. 235, schon von mir weiter erwähnten Meteor, 1819 den 21. (nicht den 19.) November, in Nord-Amerika, finden sich auch Nachrichten in *Silliman's American Journal of sciences* Vol. VI. Mai 1823.

1821, in der Nacht vom 16. zum 17. Mai, um 12½ Uhr, eine in den *Neuen Jahrbüchern der Berg- und Hüttenkunde* B. 5. 2. Lief. S. 285, vom Freiherrn von Moll gemeldete Feuerkugel, die ihre Gestalt veränderte, und (so wie mehrere Feuerkugeln) schlangenförmige Bewegungen machte. Die Dauer (die des nachgelassenen zikzakförmigen Schweifes mitgerechnet) wird auf 10 Minuten geschätzt.

Vom dem 1822, den 9. (nicht den 8.) März, bald nach 10 Uhr Abends, in mehreren Gegenden von Nord-Amerika gesehenen grossen Feuermeteor, worüber schon vieles, Amerikanischen Zeitungen zufolge, von mir in diesen *Annalen* B. 75. S. 237 — 240 ist mitgetheilt worden, finden sich auch Nachrichten in *Silliman's American Journal of sciences and arts*, Vol. VI. Mai 1823, p. 215 — 225 (welche ich eben so wie die vorigen, meinem sehr gefälligen Freunde, dem Hrn. Doctor Julius in Hamburg verdanke). Die meisten dieser Nachrichten stimmen mit den *schon* mitgetheilten überein, und sind zum Theil die-

selben; einiges ist aber hier nachzutragen. Auch in Quebec hat man es nach SW zu gesehen, wie auch in Montreal. James Dean, Professor an der Universität zu Vermont, hat aus den gesammelten Nachrichten die Bahn des Meteors nach der von Bowditch im dritten Theile der Memoirs of the American Academy angewendeten Methode berechnet, und gefunden, dass es anfangs in 43° 34′ Breite und 73° 47′ Länge, 41 Meilen, nach andern Angaben aber 34 engl. Meilen über der Erde erhaben war, und hernach in 42° 45′ Breite und 74° 49′ Länge in einer Höhe von 29 Meilen verschwunden sey. Der absolute Durchmesser war nach den geringsten Angaben ½ Meile. Die Geschwindigkeit muss grösser gewesen seyn als die Geschwindigkeit der Erde in ihrem Laufe, (so wie sie auch bei mehreren Feuerkugeln grösser gewesen ist).

1823, den 24. Januar, eine Feuerkugel zu Gosport gesehen. *Annals of Philosophy*, June 1824, p. 466.

1823, den 2. Mai, in der Nacht, 25 Minuten nach 11 Uhr, sah man zu *Embleton* bei Alnwick in Northumberland ein Meteor, welches anfangs etwas südlich vom Zenith wie ein Fixstern erschien, und ein glänzendes gelbliches mondähnliches Licht gab. Es ging hernach nordwärts und nahm die Gestalt eines Kometen an; der Schweif war sehr glänzend und von verschiedenen Farben. Nachdem es durch 16 Grade gegangen war, nahm es wieder die vorige Gestalt an, und ging weiter in gerader Linie. *Monthly magazine* 1823 (LV. 1) p. 471.

1823, den 20. Mai, eine Feuerkugel zu *Ragusa. Annals of Philosophy*, June 1824, p. 466.

1823, den 23. Mai um 10 Uhr Abends, hat man zu *Kiel* und *Kopenhagen* ein leuchtendes Meteor gesehen; es schien zu Kiel von SO nach NO zu gehen; war 30 Grade hoch, und 10 Sekunden lang sichtbar; liess Funken und einen langen Schweif nach. *Philosophical magazine*, Sept. 1823. p. 238.

1823, den 9. August, eine Feuerkugel zu *Gingen* gesehen, von NO nach SW gehend. Schübler, im *Neuen Journal für Chemie von Schweigger, neue Reihe*, B. 11. H. 1. S. 37.

1823, den 12. August, um 9 Uhr 11 Minuten Abends, bei *Tübingen* am südöstlichen Himmel eine kleine Feuerkugel, welche ohne hörbares Geräusch zerplatzte. *Ebendaselbst.*

1823, den 15. August, um 10 Uhr Nachts, wurden dort viele Sternschnuppen gesehen, unter andern eine grosse mit einem Schweife, von NO nach SO gehend. *Ebendaselbst.*

1823, den 9. November, des Morgens um 6 Uhr 45', sah zu *Prag* Hr. Wilhelm von Biela, k. k. Grenadier-Oberlieutenant, ein Meteor, nämlich einen etwa 5 Grade langen Streifen, welcher das Sternbild des Mauerquadranten in der Richtung vom Zenith zum Horizont durchlief. Nach dem Verschwinden des Strahles, der etwa eine Sekunde gebraucht hatte um seinen Weg zu durchlaufen, blieb ein matterer, aber immer augenfälliger Streif zurück, der in

ſeiner Hauptrichtung den Weg des Strahles bezeichnete. In einigen Sekunden zog die Mitte des feurigen Streifs, wo dieſelbe einen etwas hellern und breitern Punkt hatte, langſam links mit dem Horizonte parallel fort, ſo daſs die beiden Enden des im Zuſammenhange bleibenden Streifes der Mitte folgten, und ſich die Figur < bildete. Nach und nach, wie die Spitze des Pfeiles weiter zog, gingen die beiden Enden näher zuſammen, und die Erſcheinung verlor an Glanz. Die Sichtbarkeit des Streifes dauerte 1¾ bis 2 Minuten. *Zweite Beilage zu Schumachers aſtronomiſchen Nachrichten*, No. 48. S. 468. Das muſs eine in ſehr groſser Höhe ſich zikzakartig bewegende Maſſe geweſen ſeyn, die auf ihrem Wege viele leuchtende Theile nachgelaſſen hat.

1823, den 13. December, um 3 Uhr Morgens, zu *Belley*, Erderſchütterung mit Detonation; man hat den Himmel in Feuer geſehen, ohne beſtimmtes Meteor, (vielleicht weil der Himmel trübe ſeyn mochte, oder weil man nicht gehörig darauf Acht gegeben hatte). *Conſtitutionnel*, vom 21. December 1813, und *Bulletin des ſciences naturelles par Féruſſac*, t. I. p. 5.

1824, den 3. Febr., im Görlitzer und Löwenberger Kreiſe, eine Feuerkugel von S nach N gehend. *Zeitungsnachricht.*

1824, den 1. März, um 9 Uhr Abends, ward zu *Berlin* eine Feuerkugel geſehen, der man ein Licht, wie dem des Bengaliſchen Feuers zuſchrieb. *Bulletin des ſciences naturelles par Feruſſac*, Avril 1824. p. 244.

Wenn dabei bemerkt wird, daſs der Wind eben ſowohl wie die Feuerkugel, von SO gekommen ſey, ſo hat eins auf des andere keine Beziehung.

1824, den 17. April, um 10¼ Uhr Abends ſah man in dem Dorfe *Upper Kinneil* in der Pfarrei von Borrowſtowneſs ein Feuermeteor; es explodirte mit vielem Glanze, ging nach SO oder SOgS lieſs einen Schweif und Funken nach, dauerte etwa 5 Sekunden, und ging ungefähr über den dritten Theil des Himmels. *Philoſophical magazine*, Mai 1824, p. 393.

III.

Von den elektromotorischen Erscheiuungen, welche durch den Contact der Metalle mit Flüssigkeiten hervorgebracht werden, und von einem Verfahren, mittelst der elektro-magnetischen Wirkungen die Veränderungen zu erkennen, welche gewisse Flüssigkeiten bei Berührung mit der Luft erleiden;

von

Herrn Becquerrel *).

In mehreren frühern Aufsätzen, in welchen ich die Einwirkung einer Säure auf ein Alkali untersuchte, brachte ich die erste in einen Platinlöffel, der mit einem Ende des Galvanometerdrahtes in Verbindung stand, und tauchte alsdann das Alkali hinein, nachdem es zuvor in Papier gewickelt und zwischen der, am andern Ende des Drahtes befindlichen Platinpincette befestigt war. Den darauf erfolgenden elektrischen Strom sah ich als bloss durch das Spiel der Verwandtschaften erzeugt an, und schloss, dass während der chemischen Action die Säure positive und das Alkali negative Elektricität annehmen würde. Wir haben hier aber offenbar die elektromotorischen Wirkungen, welche aus dem Contacte des Platins, mit der Säure oder dem Alkali entspringen,

*) nach d. Ann. de Chim. et Phys. T. XXV. 405.

vernachläſſigt, und ſind darin dem Beiſpiele Volta's gefolgt, welcher ebenfalls bei der Säule die elektriſchen Einwirkungen der Flüſſigkeiten auf die Metalle überging, weil ſie durch ſeine condenſirenden Elektroskope nicht bemerkbar gemacht wurden. Indeſs iſt es durchaus nöthig, bei den elektro-chemiſchen Erſcheinungen, welche uns beſchäftigten, auf dieſe Rückſicht zu nehmen, weil man ſonſt das für einfach betrachtet, was in der That zuſammengeſetzt iſt. In dem folgenden Aufſatze werde ich ſuchen die ſtörenden Einflüſſe zu beſeitigen, damit wir es nur mit den elektromotoriſchen Erſcheinungen zu thun haben, welche aus den chemiſchen Actionen entſpringen; für den gegenwärtigen Augenblick ſoll uns die elektriſche Wirkung der Flüſſigkeiten auf die feſten Körper beſchäftigen.

Der Apparat, deſſen ich mich bediente um die Elektricität zu ſammeln, welche beim Contacte einer Flüſſigkeit mit einem feſten Körper entwickelt wird, beſtand aus jenem höchſt empfindlichen condenſirenden Elektroſkope, deſſen verbeſſerte Einrichtung man dem Hrn. Prof. Bohnenberger verdankt. Man weiſs, daſs dieſer Apparat 2 trockne Säulen enthält, die in Bezug auf ihre Pole in umgekehrter Stellung vertikal nebeneinander angebracht ſind. Die beiden oberen Pole ſind durch eine Metallplatte miteinander verbunden, die in ihrer Mitte eine Oeffnung beſitzt, und durch dieſe geht ein Glasrohr, welches dazu beſtimmt iſt, ein Goldblättchen durchzulaſſen, deſſen oberes Ende mit der untern Platte eines Condenſators in Verbindung ſteht und mit dem anderen Ende zwiſchen den untern Polen der Säulen hängt. Sobald

das Goldblättchen auch nur eine geringe Menge Elektricität erhalten hat, wird es von dem Pol der trocknen Säule, welcher die entgegengesetzte Elektricität besitzt, angezogen und von dem andern abgestoßsen.

Statt der beiden Säulen habe ich *eine* angewandt, die ich in horizontaler Richtung auf einen hölzernen Träger befestigte. An jedem ihrer Pole brachte ich einen Metallstreifen von 7 bis 8 Millimeter Länge, in vertikaler Stellung an, so dass das Goldblättchen zwischen beiden Streifen hing und diesen alle seine Punkte darbieten konnte. Die Wirkung, welche dasselbe erleidet, ist mithin viel beträchtlicher, als wenn es bloss den Endigungen jeder Säule unterworfen ist. Endlich hielten die angewandten Condensatorplatten 9 Zoll im Durchmesser. Die Empfindlichkeit des auf diese Art angeordneten Apparates ist so groß, dass eine mit Tuch geriebene Glasröhre, bei trockener Luft auf 8 bis 10 Fuss Entfernung wirkt, während das Elektroskop des Hrn. Bohnenberger von derselben Glasröhre nur eine Einwirkung auf 3 Fuss Abstand erleidet. Der elektrische Zustand der Hand oder der Haare übt in mehrere Fuss Entfernung einen Einfluss aus, und es ist daher unumgänglich nöthig, sich gegen diese Wirkungen sicher zu stellen, wenn man mit so delikaten Untersuchungen beschäftigt ist.

Mit diesem Instrumente versehen, habe ich folgende Versuche gemacht:

Ich stellte eine Messingkapsel auf die obere Platte, füllte sie mit Lösung von festem oder flüchtigen Alkali und setzte letztere dadurch mit dem Erdboden in Verbindung, dass ich einen Finger oder ein feuchtes Goldschlägerblättchen in selbiges tauchte; die untere

Platte ſtand überdieſs mit dem Boden in Leitung. Nach einer Weile ward die obere Platte abgehoben, worauf ſich das Goldblättchen zum poſitiven Pol begabt; folglich hatte die alkaliſche oder ammoniakaliſche Löſung, durch ihre Berührung mit dem Metall, poſitive Elektrizität angenommen, letzteres aber negative.

Als die alkaliſche Löſung durch Schwefelſäure erſetzt ward, waren die Wirkungen die umgekehrten; die Säure nahm negative und das Metall poſitive Elektricität an.

Ich habe auch verſucht die elektromotoriſchen Wirkungen der Metalle in ihrem Contact mit Säuren oder Alkalien ſichtbar zu machen, z. B. die des Platins. Zu dieſem Zweck ſetzte ich auf die obere Platte des Condenſators eine mit einer alkaliſchen Löſung gefüllte Platinkapſel, berührte darauf einerſeits die untere Platte mit einem Platinſtreifen und die Flüſſigkeit anderſeits mit dem Finger. Auf dieſe Weiſe wurden die elektromotoriſchen Wirkungen des Platins auf das Kupfer zerſtört, weil ſie auf beiden Seiten dieſelben waren, und es blieb auf der oberen Platte nur die Elektricität, welche das Platin durch ſeine Berührung mit der Löſung angenommen hatte. Es iſt oft nöthig zwiſchen dem Kupfer und der Platina einen Papierſtreifen zu legen, denn der Apparat iſt ſo empfindlich, daſs eine ſehr kleine Differenz in dem Zuſtande der Oberflächen der Metalle die elektromotoriſche Wirkung leicht abändert. Wenn man ſo verfährt, ſo findet man das nämliche Reſultat wie oben, d. h. mit einer alkaliſchen Löſung nimmt das Platin negative Elektricität an, und mit concentrirter

Schwefelsäure positive. Eine Zinkkapsel nimmt negative Elektricität an, wenn sie mit einer Natronlösung gefüllt ist, und positive, wenn sie concentrirte Schwefelsäure enthielt. Wenn die Säure mit Wasser verdünnt ist, so wird keine Elektricität entwickelt.

Das Silber nimmt bei seiner Berührung mit einer alkalischen oder sauren Lösung nur eine sehr geringe Menge Elektricität an.

Im Allgemeinen nehmen bei gegenseitiger Berührung von sauren Flüssigkeiten mit Metallen, die letzteren positive und die ersteren negative Elektrizität an; bei alkalischen Flüssigkeiten sind die Wirkungen entgegengesetzt. Ich sage im Allgemeinen, weil es eine große Anzahl von Fällen giebt, worin, wie bei dem Silber, die elektromotorischen Actionen nur höchst unmerklich sind; wo sie aber sichtbar gemacht werden können, da findet man stets die obigen Resultate.

Schon Davy fand, daß die alkalischen oder sauren Substanzen, welche in trockner und fester Form existiren können, sich durch den Contact mit Metallen elektrisiren, wie z. B. völlig trockne Klee- oder Bernsteinsäure negative Elektrizität annehmen, wenn sie in Masse oder in Pulverform auf ein Kupferblech gelegt werden, während dieses positiv wird. Eben so fand dieser berühmte englische Chemiker, daß das Kali und das Natron, wegen der Schwierigkeit, mit der sie vom Wasser zu befreien sind, im Allgemeinen bei der Berührung keine Elektrizität geben, daß sie aber auf kurze Zeit elektrisch werden, wenn man sie zuvor einer starken Glühhitze unterworfen hat. Auch suchte er mittelst sehr empfindlicher Instrumente, dem elektrischen Zustand einer isolirten sauren oder alka-

lischen Lösung zu bestimmen; nach ihrem Contact mit den Metallen waren die elektrischen Resultate Null.

Durch das Vorhergehende haben wir gefunden, daſs die elektrischen Zustände, welche Davy beim Contakte einer trocknen Säure oder eines trocknen Alkalis mit einem Metall beobachtete, wo es folglich keine chemische Wirkung gab, auch auf die Fälle eine Ausdehnung finden, wo die Metalle mit sauren oder alkalischen Lösungen in Berührung kommen und also zuweilen der chemische Prozeſs schon angefangen hat.

In den vorhergehenden Versuchen habe ich von den Elektrizitäten gesprochen, welche eine hinreichende Spannung besitzen um das Spiel der elektrischen Kräfte auf den beiden Condensatorplatten einzuleiten; bei den chemischen Actionen ist diese Spannung jedoch so gering, daſs man eines anderen Instrumentes bedarf um die Gegenwart dieser Elektricitäten darzuthun. Von diesen werde ich in dem folgenden Aufsatz sprechen. Hier ist nur von der Elektricität die Rede, die mittelst eines Condensators gesammelt werden kann.

Nachdem nun der elektrische Zustand der Lösung einer Säure oder Alkali mit *einem* Metall bestimmt war, handelte es sich noch darum, zu untersuchen, was geschehen würde, wenn dieselbe Lösung zwischen 2 verschiedene Metalle gebracht würde. Die Beantwortung dieser Frage ist unumgänglich nöthig, wenn man den Einfluſs der Flüssigkeiten bei der Volta'schen Säule in Rechnung ziehen, und erkennen *will*, ob sie anders als leitende Körper wirken, die

die elektromotorischen Actionen der Metalle von einem zum andern überführen.

Man bediene sich hier wie vorhin einer Kupferschale, setze sie auf die obere Condensatorplatte und fülle sie mit einer stark durch Wasser verdünnten Lösung von Alkali oder Schwefelsäure. Bringt man nun einen Zinkstreifen in die Lösung, ohne jedoch mit diesem das andere Metall zu berühren, legt einen Finger auf die untere Platte, und hebt nach ungefähr 20 Sekunden die obere Platte ab, so begiebt sich das Goldblättchen zum positiven Pol, und folglich hatte die Kupferschale positive Elektrizität angenommen.

Man kann auch den Versuch auf eine umgekehrte Art anstellen, auf die obere Platte eine Zinkkapsel mit einer der beiden Flüssigkeiten gefüllt, stellen; die untere Platte, zur Zerstörung der elektromotorischen Actionen dieses Metalles auf das Kupfer, mit dem Finger berühren und darauf in die Flüssigkeit einen Kupferstreif tauchen, den man mit den Fingern hält. Hebt man nun die obere Platte ab, so sieht man das Goldblatt sich gegen den negativen Pol begeben, und folglich hatte die Zinkkapsel negative Elektrizität angenommen. Man sieht durch diese beiden Versuche, daſs wenn Zink und Kupfer durch eine alkalische oder saure Lösung getrennt sind, das Zink *negative* und das Kupfer *positive* Elektrizität annimmt, während beim gegenseitigen Contacte dieser Metalle das Umgekehrte Statt findet.

Ich habe eine grofse Anzahl Versuche über die elektromotorischen Wirkungen der Flüssigkeiten bei ihrer Berührung mit Metallen gemacht, eben so wie

über die, welche entstehen, wenn man eine Flüssigkeit zwischen 2 Metallen anbringt. Die Resultate derselben werde ich in einer andern Arbeit beibringen, die ich über die Rolle, welche die Flüssigkeiten in der Voltaischen Säule spielen, übernommen habe.

Ich habe auch untersucht, was bei Berührung eines Metalles mit einer Salzlösung vor sich geht, und zu diesem Zweck Kupfer und Kochsalzlösung genommen. Ersteres ward negativ und die Lösung positiv elektrisch. Diess Resultat zeigt uns, wie nach Hrn. Davy's jüngst gemachter Entdeckung eine Kupferplatte, die mit Zink oder Zinn in Berührung steht, geringere Veränderungen von Seiten des Meerwassers erleidet, als wenn sie von allem elektropositiven Metall entblösst ist; denn da man in der That nicht läugnen kann, dass sich zwei Substanzen im Moment ihrer Verbindung in verschiedenen elektrischen Zuständen befinden, und dass eine gewisse Beziehung zwischen diesen elektrischen Zuständen und den chemischen Actionen Statt findet, wie diese übrigens auch beschaffen seyn mag: so ist es fast gewiss, dass wenn man diese elektrischen Zustände verändert, auch in dem Spiel der Verwandtschaften eine Veränderung bewirkt wird. Da wir nun vorhin gefunden haben, dass die Kupferplatte bei ihrem Contacte mit der Kochsalzlösung negative Elektrizität annimmt, so folgt daraus, dass wenn man dieselbe Platte mit einem elektropositiven Metall in Berührung bringt, das Kupfer sich zwischen zwei Körpern befindet, die ihm dieselbe Art von Elektricität geben, eine Bedingung, welche, wie man weiss, dahin strebt, die elektromotorische Wirkung des Kupfers auf die Salz-

lösung zu vernichten. Mithin sind die Sachen, zufolge der elektrochemischen Theorie, so angeordnet, daſs die chemische Einwirkung des Kochsalzes auf das Kupfer geschwächt wird.

Ich beschlieſse diesen Aufsatz mit der Anzeige eines Verfahrens, wodurch man mittelst der Elektricität die Veränderungen erkennen kann, welche gewisse Lösungen bei Berührung mit der atmosphärischen Luft erfahren.

Gesetzt, man habe Eisen in Salpetersäure gelöst, und die Flüssigkeit filtrirt; taucht man nur zwei Platinstreifen hinein, welche mit den Enden des Galvanometerdrahtes in Verbindung stehen, läſst einen derselben in der Flüssigkeit, zieht aber den andern heraus und taucht ihn von Neuem ein, so erzeugt sich ein elektrischer Strom, der von dem zuletzt eingetauchten Streifen zu dem andern übergeht, d. h. der letztere wird negative Elektricität annehmen. Verfährt man umgekehrt, so hat auch der Strom entgegengesetzte Richtung. Im Allgemeinen wird der aus der Flüssigkeit herausgezogene und wieder hineingetauchte Streifen positive Elektricität bekommen.

Lösungen von salpetersaurem Kupfer oder Blei geben ähnliche Resultate, besitzen aber diese Eigenschaft nicht bleibend, sondern verlieren sie allmählig, und nach Verlauf von einigen Stunden ist sie ganz unmerklich geworden.

Frisch bereitetes salpetersaures Zink zeigt nichts diesem Aehnliches.

Man kann wohl voraussetzen, daſs die so eben beschriebenen Erscheinungen von den Veränderun-

gen erzeugt werden, welche die den Streifen benezzende Flüſſigkeit bei Berührung mit der Luft erleidet, und um ſich hievon zu vergewiſſern, muſs man zeigen, daſs ſie nicht Statt finden, wenn das umgebende Mittel aus Hydrogengas beſteht. Ich nahm ein Glasrohr von 6 Millimeter Durchmeſſer, verſchloſs eins ſeiner Enden mit einem Korkſtöpſel, und ſteckte durch dieſen einen Draht, der ſich in einem Platinſtreifen endigte; hierauf füllte ich das Rohr mit Waſſerſtoffgas und tauchte es in die ſalpeterſaure Löſung. Der Platinſtreifen war ſo angebracht, daſs er die Flüſſigkeit nicht mehr berührte wenn das Rohr ein wenig aus der Löſung herausgezogen ward. Durch dieſes Verfahren habe ich erkannt, daſs wenn, mit Ausſchluſs der atmoſphäriſchen Luft, alle Umſtände dieſelben waren wie vorhin, keine Strömungen Statt finden.

Es iſt alſo bewieſen, daſs zur Erzeugung der elektriſchen Strömungen, welche bei dem obigen Eintauchen der Platinſtreifen in friſch bereitete ſalpeterſaure Löſungen ſtattfinden, die Berührung mit atmoſphäriſcher Luft weſentlich iſt; aber welche augenblickliche Veränderung erleidet die Flüſſigkeit, die an dem herausgezogenen Platinſtreifen haften bleibt? Bis zu einem gewiſſen Punkt kann man hievon Rechenſchaft ablegen. Die Löſungen der Metalle in Salpeterſäure geben zu verſchiedenen Verbindungen Anlaſs. Beim Eiſen z. B. bilden ſich Salpetergas, ſalpetrige Säure, ſalpeterſaures Oxydul- und Oxyd-Salz; bald darauf geht das Salpetergas in ſalpetrige Säure über, und das ſalpeterſaure Oxydul wird zu ſalpeterſaurem Oxyd, ſo daſs nach Verlauf einiger

Zeit nur allein das letztere in der Flüſſigkeit vorhanden iſt. Zieht man nun den Platinſtreif aus der Flüſſigkeit, ſo wird die Schicht, welche den erſteren folgt, vermöge ihrer geringen Dicke augenblicklich durch die Luft die Veränderungen erleiden, welche in der übrigen Maſſe der Löſung erſt nach mehreren Stunden eintreten. Es folgt daraus daſs man bei einer abermaligen Eintauchung des Streifens, zwei Flüſſigkeiten in Berührung bringt, die nicht genau dieſelben Beſtandtheile enthalten, und folglich widerſetzt ſich nichts der Erzeugung eines elektriſchen Stromes.

Auf der andern Seite giebt die Löſung des Zinkes in Salpeterſäure, bei wiederholter Eintauchung des Platinſtreifens, zu keinem Strome Gelegenheit, obgleich ſie Salpetergas und ſalpetrig ſaures Gas einſchlieſst; es iſt aber wahrſcheinlich, daſs dieſer Umſtand daher rührt, daſs das Zink nur eine einzige Oxydationsſtufe beſitzt und ſeine ſalpeterſaure Löſung alſo keine Veränderung an der Luft erleiden kann.

*) Man vergleiche damit die analogen Verſuche des Hrn. Ritter v. Yelin Bd. 73. S. 363 u. folg. (P.)

IV.

Ueber die Elektricitätsentwickelung bei chemischen Actionen und über die Vertheilung der Elektricität in der Voltaischen Säule bei Berücksichtigung der elektromotorischen Einwirkungen der Flüssigkeiten auf die Metalle;

von

Herrn Becquerel *).

In einem frühern der Akademie überlieferten Aufsatze habe ich gezeigt, daſs der gröſste Theil der elektromagnetischen Erscheinungen, welche ich bei den verschiedenen chemischen Actionen beobachtete, nicht allein von dem Spiel der Verwandtschaften erzeugt wurde, sondern auch von andern Ursachen, namentlich von den elektromotorischen Einwirkungen der Flüſsigkeiten auf das angewandte Platingefäſs. Jetzt da die verschiedenen störenden Einflüſse bekannt sind, werde ich suchen sie zu entfernen, damit wir es nur mit dem aus der Molekularattraction entspringenden elektrischen Erscheinungen zu thun haben. Die Verbindungen der Säuren mit den Alkalien sollen uns zunächst beschäftigen.

Man nehme 2 gleiche Porzellanschalen, bringe eine alkalische Lösung in die eine, und eine Säure in die andere, und verbinde darauf beide mit einem Platinstreifen. Taucht man nun in jede Schale, eins der

*) nach d. Ann. d. Ch. et Ph. XXVI. 176.

in Platin auslaufenden Enden des Galvanometers (des um die Bouſſole, parallel mit der Magnetnadel, mehrfach umſchlungenen, überſponnenen Metalldrahtes) ſo wird man keine elektromagnetiſche Effekte gewahr werden, weil alle elektromotoriſche Einwirkungen der beiden Flüſſigkeiten auf das Platin gegenſeitig gehoben ſind. Legt man nun auf den intermediären Platinſtreifen einen Amianthdocht, ſo hat man augenblicklich einen elektriſchen Strom, in welchen die poſitive Elektrizität vom Alkali, die negative aber von der Säure ausgeht und dieſer iſt allein von der Einwirkung der Säure auf das Alkali entſtanden.

Will man beobachten was bei der chemiſchen Einwirkung einer Säure auf ein Metall vor ſich geht, unabhängig von aller elektromotoriſchen Aktion, ſo verfahre man folgendermaſsen. Ein Goldblatt eingewickelt in einen Streifen Joſephpapiers und befeſtigt zwiſchen der Platinpincette, welche an einem Ende des Galvonometers angebracht iſt, tauche man in eine mit Salpeterſäure gefüllte Platinſchale, und bringe das andere Ende des ebenfalls aus Platin beſtehenden Drahtes mit der Säure in Berührung. Die elektriſchen Erſcheinungen werden Null ſeyn. Fügt man aber nur einen einzigen Tropfen Salzſäure hinzu, ſo wird in demſelben Augenblicke das Gold angegriffen und die Magnetnadel abgelenkt. Die Richtung derſelben zeigt, daſs wie vorhin die Säure poſitive und das Gold negative Elektricität angenommen hat, und da dieſe Wirkung durch einen einzigen Tropfen Salzſäure in der Salpeterſäure erzeugt ward, ſo iſt es bewieſen, daſs die chemiſche Aktion die einzige Urſache des Stromes war.

Kupfer- oder Zinkstreifen statt des Goldblattes, bewirken ähnliche Resultate ohne daſs es nöthig ist Salzsäure hinzuzufügen. Ich muſs jedoch bemerken daſs der elektrische Strom oft seine Richtung ändert, ohne daſs man davon den Grund angeben kann, aber ungeachtet dieser Anomalie, sieht man daſs im Allgemeinen bei der Einwirkung einer Säure auf ein Alkali oder Metall, erstere sich der positiven Elektricität bemächtigt *). Wenn man über das nachdenkt, was bei der Einwirkung einer Säure auf ein Metall vor sich geht, so sieht man daſs dabei eine groſse Anzahl chemischer Erscheinungen statt haben, und daſs der beobachtete elektrische Strom gewissermaſsen nur die Resultante aller elektrischen Wirkungen ist, die sich im Moment der Erscheinung erzeugen; man darf sich deshalb nicht wundern bei dem elektrischen Strome oft Anomalien anzutreffen. Will man die Einwirkungen einer Säure auf ein Metall beobachten, so muſs man Sorge tragen, denjenigen Platinstreifen, welcher die Elektricität der Säure erhält, mit Josephpapier zu umwickeln, weil vor allem wenn man Zink anwendet es sich ereignet, daſs einige losgerissene Oxyd- oder Metalltheilchen das Platin treffen und darauf eine elektromotorische Wirkung ausüben, welche die Richtnng des elektrischen Stromes ändert. Diese Vorsicht hebt eine groſse Anzahl der Anomalien, von denen so eben die Rede war.

*) Daſs die Erscheinungen auch durch den Wassergehalt der sauren oder alkalischen Lösung bedingt werden, ist ebenfalls nicht zu übersehen; bei einer gewissen Concentration derselben, findet keine Ablenkung der Nadel statt. *P.*

Es handelt sich jetzt darum die wichtige Frage zu untersuchen, ob die während der chemischen Wirkung erzeugte Wärme nicht die Ursache der elektrischen Erscheinungen sey, welche wir dem Spiel der Verwandtschaften beigelegt haben.

Ohne die Erscheinungen der Molekularattraction erschöpfend einzusehen, können wir jedoch zeigen, dass mindestens die Temperaturerhebung nicht die Hauptursache derselben ist und es giebt hierzu zwei Wege, nämlich 1) die entwickelte Wärme fortzuschaffen und 2) zu beweisen, dass Temperaturerhöhungen zu elektromagnetischen Erscheinungen Anlass geben, die den beobachteten entgegengesetzt sind.

Um die durch die chemische Wirkung erzeugte Wärme zu entfernen, wende man statt des Kupferstreifens, einen hohlen Cylinder desselben Metalles an und fülle ihn mit Eis oder mit einer leicht in Fluss gerathenden festen öligen Substanz. Die entwickelte Wärme wird dann zur Schmelzung dieser Körper verwandt und die Temperatur bleibt constant.

Zum Beweise des zweiten Satzes, befestige man einen Platinlöffel an das eine Ende des Galvanometers, gieſse eine alkalische Lösung in denselben und tauche darauf das andere ebenfalls aus Platin bestehende Ende des Drahtes hinein. Es wird sich im Allgemeinen kein elektrischer Strom erzeugen. Erhitzt man nun den Platinlöffel durch eine Lampe, so wird sogleich ein Strom entstehen, und die positive Elektricität von der erhitzten, die negative von der andern Seite geliefert werden. Läſst man nun Salpetersäure auf einen Kupferstreifen wirken, so ist es klar

daſs während des chemiſchen Prozeſſes, dieſes ſich ſchneller erhitzt, als die Säure, weil im Allgemeinen die Metalle beſſere Wärmeleiter ſind, als die Flüſſigkeiten und dem zufolge müſste, wenn die Wärme den Strom erzeugte, die poſitive Elektricität von dem Kupfer ausgehen. Die Erfahrung zeigt aber das Gegentheil und dadurch iſt es bewieſen, daſs die beobachteten elektriſchen Erſcheinungen nicht alleinig von der Temperaturdifferenz erzeugt werden.

Bis jetzt war nur von den elektriſchen Strömen die Rede, es handelt ſich nun darum zu unterſuchen, ob nicht, mittelſt der groſsen Empfindlichkeit des im vorigen Aufſatz beſchriebenen condenſirenden Elektroskopes, Spuren von elektriſcher Spannung während der Einwirkung einer Säure auf ein Metall aufgefunden werden können. Man ſetze daher auf die obere Platte des Condenſators eine Kupferſchale, gieſse etwas Salpeterſäure hinein, und tauche nun in die Säure einen Blattgoldſtreifen, während man die untere Platte mit dem Finger berührt. Das Goldblättchen bleibt aber nach Aufhebung der obern Platte unverrückt an ſeinem Orte, und folglich war die bei dem chemiſchen Proceſſe entwickelte Elektrizität nicht fähig durch den Condenſator angehäuft zu werden. Daſſelbe findet bei der Einwirkung der verdünnten Schwefelſäure auf Zink und im Allgemeinen bei jeder Einwirkung einer Säure auf ein Metall Statt.

Mittelſt des Galvanometers haben wir geſehen, daſs unter übrigens gleichen Umſtänden, die Säure poſitive und das Alkali oder Metall negative Elektricität annimmt, während wenn keine chemiſche Ac-

tionen Statt haben, das condensirende Elektroskop eine negative Elektricität an den Säuren und eine positive an den Alkalien zeigt, diese merkwürdige Differenz zwischen den elektrischen Erscheinungen der Berührung und den der chmischen Actionen, war, ehe sie durch Versuche bestätigt ward, von Hrn. Ampère vorhergesagt und schon vor 3 Jahren auf eine sinnreiche Art erklärt. In einem an Hrn. van Beek gerichteten Briefe (Journal de Physiq. Oct. 21.) stellt er nämlich auf, dass die Moleküle der Körper in einem beständigen von ihrer Natur abhangenden elektrischen Zustand befindlich sind; ein Oxygenpartikelchen ist so z. B. beständig electronegativ, zerlegt das ihn umgebende neutrale Fluidum und zieht die positive Elektricität an, während es die negative Elektricität abstöſst. Dadurch bildet es um sich eine Atmosphäre, die die Wirkungen versteckt, welche die eigne negative Elektrizität des Partikels nach aussen erzeugen würde, gleichwie eine Leidner Flasche, die innerlich negativ geladen ist und deren äussere Belegung mit dem Boden in Verbindung steht.

Ein Hydrogenpartikelchen besitzt eben so, obgleich es beständig positiv ist, eine Hülle von negativer Elektricität, und diess gilt von allen Körpern. Die, welche eine saure Tendenz haben, sind im Fall des Oxygens, die von einer alkalischen Natur im Fall des Hydrogens. Kommen nun zwei Metalle mit einander in Berührung, so wird, da wegen der verschiedenen Natur derselben das elektrische Fluidum, welches die Partikelchen eines jeden umgiebt, aus positiver und negativer Elektricität in verschiedenen Verhältnissen besteht, das Fluidum, welches die Atmo-

sphären der Theilchen eines der Metalle bildet, dahin streben, sich zum Theil mit dem Fluidum des anderen Metalles zu verbinden und diese Atmosphären theilweise vernichten, wodurch alsdann die dem Partikelchen eigene Elektrizität aufhört gebunden zu seyn und sie ihre Wirkungen nach aussen zeigen kann.

Gesetzt, es wären Zink und Kupfer mit den Enden des Galvanometerdrahtes durch Vermittlung eines zwischen ihnen befindlichen Körpers, dessen elektromotorische Action vernachlässigt werden kann, verbunden, so wird das Kupfer, welches im negativen Zustand ist, die positive Elektricität des Drahtes anziehen, und die negative abstossen, welche gegentheils vom Zinke angezogen wird. Hiedurch ist das neutrale Fluidum des Drahtes zerlegt und seine Elemente bilden um die Partikelchen des Zinkes und Kupfers Atmosphären, ähnlich denjenigen, welche die Partikel vor ihrer gegenseitigen Berührung besassen. Dauert aber der Contact fort, so zerstören sie sich von Neuem und es findet ein beständiger Strom Statt, welcher vom Zink zum Kupfer übergeht.

Wird das Kupfer durch eine saure und das Zink durch eine alkalische Substanz ersetzt, so werden, da die relativen elektrischen Zustände dieselben sind, auch die Wirkungen die nämlichen bleiben, wenn nur Säure und Alkali im Contacte verharren, ohne sich miteinander zu verbinden. Vereinigen sich aber die sauren und alkalischen Theilchen, so werden, da in dem erfolgenden Neutralsalze die jeden eigenthümliche Elektricität durch die der andern gebunden ist,

die Theilchen des Neutralſalzes keiner elektriſchen Atmoſphären mehr bedürfen und die ſauren und alkaliſchen Theile laſſen demnach die ſie umgebenden Elektricitäten entweichen. Ein Theil der letzteren findet ſeine Wiedervereinigung in der Flüſſigkeit, und daraus entſteht eine Erhöhung der Temperatur; ein anderer aber folgt dem Galvanometerdraht, falls die Säuren und Alkalien mit dieſem in Verbindung ſtehen, und zwar geht die poſitive Elektricität der Atmoſphäre der Säuretheile von dem Ende des Drahtes aus, der mit der Säure in Verbindung ſteht, und die negative Elektricität, welche die Theile des Alkali umgab, in entgegengeſetzter Richtung vom Alkali zur Säure. Daraus entſteht ein elektriſcher Strom, der der umgekehrte von dem iſt, welchen man beim bloſsen Contacte wahrnimmt.

Wir haben hier die Theorie des Hrn. Ampère etwas ins Einzelne entwickelt, weil ſie bis jetzt auf eine genügende Art die elektromagnetiſchen Erſcheinungen erklärt, welche man bei den verſchiedenen Molekulattractionen beobachtet. Deſſen ungeachtet darf man nicht verhehlen, daſs ſie auch Einwürfen ausgeſetzt iſt, denn wie läſst ſich durch ſie das Verhalten einer aus zwei Partikeln beſtehenden Verbindung, deren eins poſitiv und das andere negativ iſt, in Bezug auf ein drittes erklären? Aber dennoch kann ſie zur Beantwortung der Frage dienen: ob bei Vereinigung der Löſungen zweier feſter Subſtanzen, eine bloſse Mengung oder wirkliche Miſchung ſtattfindet. Im Fall daſs ein bloſses Gemenge entſteht, werden nämlich die Subſtanzen dieſelben Elektricitäten wie im feſten Zuſtande zeigen, was man erkennt, wenn

man die beiden Lösungen mittelst eines Dochtes von Amianth in Berührung bringt; bei einer chemischen Mischung ist aber der Erfolg der umgekehrte. Als Beispiel können wir hier Citronensäure und Salmiak, Citronensäure und Kochsalz etc. anführen, die unter beiden der genannten Umstände dieselben elektrischen Erscheinungen zeigen, und da sie keine chemische Verbindungen bilden, dem Obigen zum directesten Beweise dienen. Unglücklicherweise ist die Zahl der Körper, welche man diesen Versuchen unterwerfen kann, sehr gering, indem die meisten chemischen Verbindungen schlechte Leiter der Elektrizität sind und kaum wahrnehmbare elektromotorische Einwirkungen auf einander ausüben.

Ueber die Vertheilung der Elektricität in der Volta'schen Säule, wenn man Rücksicht nimmt auf die elektro-motorischen Wirkungen der Flüssigkeiten auf die Metalle.

Man weiss, dass Volta die elektro-motorischen Wirkungen der flüssigen Leiter auf die Metalle vernachlässigte, weil er sie nicht bestimmen konnte; da wir indess ein Mittel gefunden haben sie bemerklich zu machen, so müssen wir auch suchen sie mit den übrigen elektrischen Erscheinungen zu verbinden.

Wir zeigten vorhin, dass wenn man eine Kupferschale mit sehr verdünnter Schwefelsäure füllt, und einen Zinkstreifen mit der Vorsicht hineintaucht, dass sich beide Metalle nicht berühren, das Gefäss alsdann positive und der Zinkstreifen negative Elektricität annimmt, während das Umgekehrte stattfindet wenn das Gefäss eine alkalische Lösung enthält. Dieses Resultat zeigt, dass die Hauptentdeckung Volta's, nach

welcher an einer ganz aus Metall erbauten Säule die Spannungen beider Enden eben so sind, als wenn sie in unmittelbarer Berührung ständen, nicht auf den Fall anwendbar ist, wo eine flüssige Säure oder Alkali sich zwischen beiden Metallen befindet, denn das Zink würde positive und das Kupfer negative Elektricität annehmen müssen, während gerade das Gegentheil stattfindet.

Man stelle nun durch $+\delta$ und $-\delta$ die elektrischen Zustände des Kupfers und Zinkes dar, wenn diese Metalle durch eine saure Lösung getrennt sind und durch $-\frac{1}{2}$ und $+\frac{1}{2}$ die Elektricitätsgröſsen, welche sie durch Berührung annehmen, und lege auf das Zink eine Kupferscheibe. Diese wird auſser dem $-\frac{1}{2}$ was sie vom Zink erhält, auch mit ihm die Elektricität $-\delta$ theilen, welche sie zuvor besaſs, und überdieſs wird die Flüssigkeit als leitender Körper auch der ersten Kupferscheibe die $+\frac{1}{2}$ Elektricität des Zinkes zuführen, so daſs die elektrischen Zustände seyn werden:

untere Kupferscheibe ;	Flüssigkeit ;	Zink ;	obere Kupferscheibe
$+\frac{1}{2}+\delta$	-	$+\frac{1}{2}-\frac{1}{2}\delta$	$-\frac{1}{2}-\frac{1}{2}\delta$

fügt man eine zweite Lage von Flüssigkeit und Zink hinzu, so ergiebt sich:

unt. Kupf. ;	Flüssigk. ;	Zink ;	Kupf. ;	Flüssigk. ;	Zink
$+\frac{1}{2}+\delta$	-	$+\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	-	$-\frac{1}{2}-\delta$

und so fort. In dieser Vertheilung sind wir der von Volta angegebenen Regel gefolgt, und wenn gleich sich die Spannungen nicht messen lassen, so kann man

doch mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass die Sachen wirklich so vor sich gehen. Es ist demnach gewiss, dass die elektromotorischen Wirkungen der leitenden Flüssigkeiten auf die Metalle der Voltaschen Säule, die elektrischen Spannungen ihrer verschiedenen Elemente zu vermehren streben.

Für den Einfluss der chemischen Wirkung auf die Ladnng der Säule, oder besser auf die Schnelligkeit des beim Schliessen derselben erregten Stromes haben wir noch nicht Thatsachen genug um die Frage zu beantworten; wir haben daher hier nur den Anwuchs der Spannung betrachtet, welcher aus elektromotorischen Actionen entsteht, die von den flüssigen Leitern auf die Metallplatten der Säule ausgeübt werden.

V.

Ueber die elektromotorischen Wirkungen des Wassers und der Flüssigkeiten im Allgemeinen auf die Metalle, und von den elektrischen Wirkungen, welche 1) beim Contacte gewisser Flammen mit den Metallen und 2) bei der Verbrennung stattfinden;

von

Herrn Becquerel *).

Ueber die elektromotorischen Wirkungen des Wassers auf die Metalle.

Seit einiger Zeit hatte ich versucht, die elektromotorischen Wirkungen des Wassers auf ein Metall zu bestimmen, aber meine ersten Versuche waren nicht befriedigend, denn der Condensator besaſs keine hinreichende Empfindlichkeit und überdieſs zeigte sich auch die Verfahrungsart nicht als zweckmäſsig. Ich legte auf die obere Platte des Condensators einen Papierstreif und setzte auf diesen ein Metallgefäſs, in welchem Wasser enthalten war; aber ich erkannte bald, daſs dieser Papierstreif die Entstehung elektromotorischer Actionen zwischen jenem und den Metallen nicht hindere, und es also unmöglich war die schwache Elektricität zu sammeln, welche das Metallgefäſs während seiner Berührung mit Wasser erhielt.

*) Ann. d. Ch. et Ph. XXVII. 5.

Seitdem erinnerte ich mich, dafs die Elektricität durch Unterlagen von Glas und Holz, wenn fie auch nur mäfsig angefeuchtet find, fehr fchnell entweicht, eine Eigenfchaft, welche zwar fchon von Coulomb aufgefunden war, aber erft kürzlich von Hrn. Rouffeau in völliges Licht gefetzt wurde, indem er mit einem Elektrometer von feiner Erfindung zeigte, dafs alle fchlecht leitende Körper, wenn fie mit einer Schicht von hygrometrifchem Waffer bedeckt find, geringe Quantitäten von Elektricität ohne Schwierigkeit fortleiten *). Diefem zufolge nahm ich ein klei-

*) Hrn. Rouffeau's Apparat, die verfchiedenen Stufen des Leitungsvermögens der Körper für Elektricität annähernd zu beftimmen, ift nach Hrn. Ampère's und Dulong's Bericht, kürzlich folgendermafsen befchaffen. Eine trockne Säule, erbaut von Zink undRaufchgold nebft dazwifchen gelegten Scheiben von Pergament, die mit einer Mifchung aus gleichen Theilen Mohn- und Terpentinöl getränkt find, macht den Hauptbeftandtheil deffelben aus. Diefe Säule ift zur Abhaltung der Luft an den Seiten mit einem Harzüberzug bedeckt, fteht unten mit dem Boden in Verbindung und ift am oberen Ende durch einen Metalldraht mit einem ifolirten vertikal ftehenden Stift verbunden, auf welchem eine fchwach magnetifirte Stahlnadel in horizontaler Richtung fchwebt. In gleicher Höhe mit diefer Nadel, und in einem Abftande von dem Stift, der nahe der halben Länge der Nadel gleich ift, befindet fich eine ifolirte Metallkugel, die aber mit der Säule in Verbindung fteht. Durch diefe Vorrichtung kann fich die an dem oberen Pol der Säule angehäufte Elektricität zugleich auf Nadel und Kugel ausbreiten, und man fieht, dafs erftere von der letzteren abgeftofsen werden mufs. Bringt man nun den Stift und die Kugel in den magnetifchen Meridian, fo wird die Nadel die Kugel berühren, und fo lange unbeweglich bleiben als man diefen Apparat nicht mit der Säule verbindet. Von dem Augen-

nes Gefäſs von Holz oder Porzellan, füllte es mit destillirtem Waſſer, und ſetzte es, nachdem ich ſeine Wände ſchwach befeuchtet hatte, auf die obere Platte des Condenſators. Da das Gefäſs zuweilen eine obgleich ſchwache elektromotoriſche Wirkung auf die obere Platte ausübt, ſo zerſtörte ich dieſe dadurch, daſs ich die untere Platte mit einem Gefäſs von derſelben Maſſe berührte. Man kann dieſe Vorſicht ſelbſt bis zum Füllen mit deſtillirtem Waſſer treiben, taucht man darauf in dieſes einen Finger, ſo hat man gegenſeitig die Wirkung des Waſſers auf das Holz berückſichtigt.

blicke an, wo aber die Verbindung vollzogen iſt, wird die Nadel abgeſtoſsen und nach einigen Schwingungen eine Gleichgewichtsſtellung annehmen, die von elektriſcher Kraft der Säule und der magnetiſchen der Nadel abhängig iſt.

Um dieſen Apparat zur Unterſuchung der verſchiedenen Grade des Leitungsvermögens anzuwenden, reicht es hin, den elektriſchen Strom durch die zu prüfenden Körper zu unterbrechen, jedoch mit der Vorſicht, die Dicke, welche die Elektricität von ihnen zu durchlaufen hat, bei allen gleich zu machen. Geſchieht der Durchfluſs der zur gröſsten Ablenkung der Nadel erforderlichen Elektricitätsmenge nicht augenblicklich, ſo kann die *Zeit*, welche erforderlich iſt damit die Nadel in ihre ſtabile Lage gelange, als Maaſs der Leitbarkeit des angewandten Körpers betrachtet werden.

Um Flüſſigkeiten dieſen Prüfungen zu unterwerfen, bringt Hr. Rouſſeau dieſe in kleine Gefäſse, die durch ihren Fuſs mit der Nadel und Kugel in Verbindung ſtehen; taucht hierauf das eine Ende eines Metalldrahtes in die Flüſſigkeit und bringt dadurch ſtets eine gleich groſse Metallfläche mit dieſer in Berührung, daſs er einen Theil des Drahtes mit Schellack überzieht. Dann miſst er die Dauer der Bewegung der Nadel

Nun tauche man Streifen von verschiedenen Metallen, die in der Hand gehalten werden, in eins der beiden Gefäſse, mit der Vorsicht die Wände nicht zu berühren, während die andere Platte mit dem Erdboden in Verbindung steht. Zink, Eisen, Blei, Zinn, Kupfer etc. theilen ihm positive Elektricität mit, hingegen Gold, Silber etc. ihm negative Elektricität geben. Das Wasser ist folglich positiv mit dem am meisten positiven Metalle, und negativ mit denen, die es am wenigsten sind; es verhält sich also mit den (leicht) oxydirbaren Metallen, wie ein Alkali in Berührung mit einer Säure, sobald zwischen diesen keine chemischen Wirkungen stattfinden.

von dem Augenblick an, worin die Verbindung mit der Säule durch das andere Ende des Drahtes bewirkt ward.

Auf diese Art hat Hr. Rousseau z. B. gefunden, daſs das Olivenöl, in Vergleich mit andern pflänzlichen und thierischen Oelen ein sehr geringes Leitungsvermögen besitzt, denn unter übrigens gleichen Umständen waren zu einer gewissen Ablenkung beim Olivenöl 40'; beim Buchecker- oder Mohnöl hingegen nur 27'' erforderlich. Versetzte er nun das Olivenöl auch nur mit dem hunderten Theil eines fremden Oeles, so fiel die zu demselben Effect nöthige Zeit sogleich auf 10', und deshalb glaubt Hr. Rousseau dieses Instrument geeignet, die Verfälschungen des Olivenöls mit andern Oelen zu entdecken.

Hr. Rousseau fand hiedurch ferner, daſs feste Fette weniger gut leiten, als animalische Oele, was ohne Zweifel von dem gröſseren Gehalt der ersteren an Stearine herrührt, denn von der durch Hrn. Chevreul bereiteten Oleïne und Stearine zeigte sich ihm die erstere merklich besser leitend als die letztere. Ein thierisches Fett leitet übrigens um so schlechter, je älter das Individuum war, von dem es gewonnen ist. Es ergab sich auch ein beträchtlicher Unterschied im Leitungsvermö-

Dieselben Erscheinungen stellen sich ein, wenn das Wasser eine geringe Menge Schwefelsäure enthält, obgleich es alsdann durch Zink und Eisen zersetzt wird, und diese Metalle angegriffen werden. Die chemische Wirkung hat also unter diesen Umständen, die elektrischen Erscheinungen, welche aus dem Contacte der Metalle erfolgen, nicht verhindert.

Diese Versuche erfordern grosse Vorsicht; die Oberfläche jedes Metalles muss völlig gereinigt oder polirt werden, und nicht mit Schmirgelpapier, sondern mit gepülvertem Glase, damit auf dieser keine Schmirgelkörner haften bleiben, die eine elektromo-

gen des Harzes, des Gummilacks, des Schwefels, der Seide, des gemeinen und des Krystall-Glases.

Bei den geistigen, wässerigen, sauren, alkalischen oder neutralen Flüssigkeiten konnte Hr. Rousseau keinen Unterschied im Leitungsvermögen wahrnehmen, da die Zeit, in der die Nadel zu dem Maximum ihrer Ablenkung gelang, zu kurz war, als dass man eine ungleiche Dauer hätte beobachten können. Man würde indess die verschiedenen Grade dieser Fähigkeit durch eine ähnliche Abänderung des Apparates leicht abschätzen können, wie die, durch welche die Verhältnisse eines Oelgemisches bestimmt wurden (welche aber nicht näher angegeben sind; die verschiedene Dicke der flüssigen Schichten würde hier vielleicht den Maasstab liefern. *P.*)

Es würde leicht möglich und zugleich sehr wünschenswerth seyn, diese Prüfung bei verschiedenen Körpern mit beiden Elektricitäts-Arten anzustellen, wozu es hinreicht, dass man abwechselnd jeden Pol der Säule mit dem Boden in Verbindung setzt. Nach den früher von Hrn. Erman erhaltenen Resultaten ist es sehr wahrscheinlich, dass sich Unterschiede bei einigen Substanzen finden werden.

(nach den Ann. de Chim. et Phys. T. XXV. 373.)

torische Wirkung erzeugen könnten. Es verdient auch den Vorzug, sich eines mäſsig angefeuchteten Gefäſses von Holz zu bedienen, weil dieses, wenn seine Fibern mit Feuchtigkeit angeschwängert sind, die Elektricität mit gröſserer Leichtigkeit fortführt, als Glas oder Porzellan. Ungeachtet dieser Vorsichtsmaſsregeln erhält man zuweilen keine Resultate; aber wenn sich die Erscheinungen darbieten, so zeigen sie sich in der angeführten Ordnung.

Vielleicht könnte man glauben, daſs die kleinen Elektricitätsmengen, welche zuweilen der dünnen Firniſsschicht anhangen, mit der jede Condensatorplatte überzogen ist, das Daseyn der Resultate stören, oder zu Irrthümern führen, vor Allem bei den Versuchen, bei welchen die Entwicklung der Elektricität nur geringe ist. Indeſs ist dieſs nicht der Fall, denn ich habe Maſsregeln getroffen, welche gegen ähnliche Wirkungen sichert. Bevor ich ich einen Versuch anfing, versicherte ich mich zu wiederholten Malen, daſs die Platten keine Elektricität enthielten, und wenn sich diese fand, so erhitzte ich die Platten hinreichend stark um dieselbe zu vertreiben, oder brachte, wie es Hr. Pouillet gethan, eine Zinnscheibe zwischen beide Platten, durch welche Zwischenlage sich die geringen auf der Oberfläche der Firniſsschichten befindlichen Elektricitätsmengen wieder vereinigen. Ferner ward nach einander jede der beiden Platten als Collector gebraucht, und deshalb jede so angeordnet, daſs sie ein Gefäſs aufnehmen konnte. Hat man eine verschiedene Elektricität erhalten, so ist dieſs ein Beweis, daſs, abgesehen von den störenden Einflüssen, der Versuch gelang. Ueberdieſs dienen die

Gesetze, welchen die meisten der Resultate unterworfen sind, zum Beweise der Genauigkeit dieser Versuche.

Ich muss noch einem anderen Einwurfe zuvorkommen: wenn man auf eine Condensatorplatte ein Gefäss setzt von Porcellan oder Glas etc. und dieses mit dem Finger berührt, welcher, wie man weiss, kein guter Leiter ist, so ladet sich der Condensator nicht. Taucht man nun einen so vortrefflichen Leiter wie ein Metallstreif in das Wasser, so könnte man glauben, dass die vorausgesetzte Elektricitätsentladung, welche das Gefäss bei seiner Berührung mit der Platte erleidet, viel schneller eintrete und der Condensator sich laden muss; indess geschehen die Sachen nicht auf diese Art, denn sonst müssten alle Metalle bei Berührung mit Wasser dieselbe Elektricität annehmen, was nicht der Fall ist. Indem man das Metall mit den Fingern hält, vermehrt man auch nur augenblicklich die Leitbarkeit, weil die Elektritricität, nachdem sie das Metall durchdrungen hat, genöthigt ist, von Neuem in die Hand überzugehen, wo sie dieselben Hindernisse findet, als wenn man mit dem Finger die Flüssigkeit berührte. Es ist also bewiesen, dass das, was wir beobachteten, wirklich die elektromotorischen Wirkungen des Wassers auf die Metalle waren.

Nachdem diese Wirkungen aufgefunden waren, versuchte ich, ob nicht ihre Intensitäten vermehrt oder verringert würden, wenn man die Oberfläche der Metalle unter gewissen Umständen veränderte. Einen Goldstreifen, der auf einige Zeit in Salpetersäure getaucht und darauf zu wiederholten Malen mit Wasser gewaschen war, ward mit dem Wasser jenes Holz-

gefäſses in Berührung gebracht. Es erfolgte eine viel beträchtlichere Entwicklung von Elektricität und das Waſser ward negativ. Als derſelbe Goldſtreif darauf in eine Kalilöſung getaucht ward, verlor er einen groſsen Theil ſeiner Fähigkeit ſich durch Berührung mit Waſser zu elektriſiren. Ein Platinſtreif bot ähnliche Reſultate dar. Dieſe Erſcheinungen haben eine entfernte Aehnlichkeit mit denen, welche die Hrn. Thenard und Dulong beobachteten, bei ihren Unterſuchungen über die Fähigkeit gewiſſer Körper die Verbindung gasförmiger Stoffe zu befördern. Sie fanden nämlich, daſs ein neuer Platindraht, welcher ſich nicht erhitzte, wenn er bei gewöhnlicher Temperatur mit dem Hydrogengaſe in Berührung kam, ſogleich die Fähigkeit erhielt ins Glühen zu gerathen, wenn man ihn zuvor einige Minuten lang in Salpeterſäure gelegt und von dem Säureüberſchuſs wieder befreit hatte. Dieſe erlangte Eigenſchaft beſaſs der Platindraht länger als 24 Stunden. Ich habe gefunden, daſs ein Goldſtreif die Eigenſchaft: ſich in Berührung mit Waſser ſtark zu elektriſiren, mehrere Stunden lang behält. In der Folge werde ich auf dieſe Erſcheinungen wieder zurückkommen, die ich hier nur angezeigt habe.

Elektriſche Erſcheinungen, welche bei dem Contacte zweier Metalle mit einer Flüſſigkeit beobachtet wurden.

Ich habe ſchon bemerkt, daſs die elektriſchen Erſcheinungen, welche man beobachtet, wenn zwei Metalle durch eine Flüſſigkeit geſchieden ſind, denjenigen nicht ähneln, welche ſtatthaben, wenn die Flüſſigkeit durch ein Metall erſetzt wird; denn wie es

schon Volta fand, dient im letzteren Fall das zwischengelegte Metall nur als Leiter, während ich vorhin zeigte, dass diess bei den Flüssigkeiten nicht stattfindet. Es ist wahrscheinlich, dass hier die elektrische Spannung eines jeden Metalles von einer Differenz der Wirkung abhange, und man kann diesen Grundsatz so lange annehmen, bis die Erfahrung seine Unzulänglichkeit erwiesen hat. Man nehme z. B. das Kupfer und Zink, bezeichne die elektrischen Spannungen des Kupfers und der Flüssigkeit durch $+\delta$ und $-\delta$, die des Zinkes und der nämlichen Flüssigkeit durch $+\delta'$ und $-\delta'$. Dann wird das Zink ebenso die Elektricität δ der Flüssigkeit besitzen als das Kupfer die Elektricität δ', und daraus folgt, dass die elektrischen Spannungen des Kupfers und Zinkes seyn werden:

$$+\frac{\delta-\delta'}{2} \text{ und } \frac{\delta'-\delta}{2}$$

Je nachdem nun δ grösser oder kleiner als δ' ist, wird also die Elektricität des Kupfers positiv oder negativ, die des Zinkes aber negativ oder positiv seyn. Es ist sehr glaublich, dass, die Sachen auf diese Art vor sich gehen.

Die nachstehende Tafel enthält die Resultate verschiedener solcher Versuche.

Metallgefäſs	Elektriſcher Zuſtand des Metallgefäſses, wenn es enthielt:			in die Flüſſigkeiten getauchtes Metall
	conc. Schwefelſäure	sehrverdünnt. Schwefelſäur.	Kalilöſung	
Platin	+	+	+	Gold
-	+	+	+	Silber
-	+	+	+	Kupfer
-	+	+	+	Eiſen
-	+	+	+	Blei
-	+	+	+	Zink
Kupfer	−	−	−	Gold
-	−	−	−	Silber
-	−	−	−	Platin
-	o	+	+	Eiſen
-	o	−	o	Blei
-	−	+	+	Zink

Mittelſt des zuvor angegebenen Principes kann man nun alle dieſe Reſultate verſtehen, und ſelbſt einige für die elektrochemiſche Theorie nützliche Folgerungen aus ihnen ableiten. Da ſich nämlich, der Annahme nach, die elektriſchen Zuſtände des Metallgefäſses und Metallſtreifens durch

$$+\frac{\delta-\delta'}{2} \text{ und } +\frac{\delta'-\delta}{2}$$

ausdrücken laſſen (worin $+\delta$ und $-\delta$ die elektriſchen Spannungen des Gefäſses und der in demſelben befindlichen ſauren Flüſſigkeiten bezeichnen; $+\delta'$ und $-\delta'$ aber die Spannungen der nämlichen Flüſſigkeit und der in dieſe getauchten Metallſtreifen) und bei einem Platingefäſse, welches concentrirte Schwefelſäure enthielt, in die nach einander Streifen

von Gold, Silber, Kupfer, Zink etc. getaucht wurden, die elektrische Spannung

$$+\frac{\delta-\delta'}{2}$$ stets eine positive Grösse war,

so folgt, dass hier δ grösser als δ' seyn musste, woraus sich schliessen lässt, dass das Platin bei seiner Berührung mit concentrirter Schwefelsäure weit positiver wird als Gold, Silber, Kupfer etc. mit dieser Säure.

Enthielt das Platingefäss eine mit Wasser verdünnte Schwefelsäure, so stellen sich andere Erscheinungen ein, die hier näher auseinander gesetzt zu werden verdienen. Vorhin sagte ich, dass Platin, Gold und Silber bei ihrer Berührung mit verdünnter Schwefelsäure negative, Zink, Blei, Eisen und Kupfer unter gleichen Umständen aber positive Elektricität annehmen. Hieraus muss man schliessen, dass für Platin und Zink der elektrische Zustand des ersteren $=+\frac{\delta+\delta'}{2}$ eine positive Grösse darstellt; der Zustand des zweiten $=-\frac{\delta-\delta'}{2}$ aber eine negative Grösse ist, wie es auch beständig der Fall ist. Eben so sieht man auch, dass das Kupfer mit einer Kalilösung weniger negativ ist, als das Zink mit derselben.

Wir besitzen hierin also ein Verfahren, mittelst dessen man das Verhältniss der elektrischen Zustände der Körper während ihrer Berührung mit Flüssigkeiten bestimmen kann. Das Platin ist bei unmittelbarer Berührung mit jedem anderen Metalle beständig negativ, aber man weiss noch nicht, ob es gegen Gold negativer ist, als das Gold gegen Silber. Durch die

Versuche, mit denen wir uns so eben beschäftigten, können wir ähnliche Verhältnisse auffinden, wenn einer der Körper flüssig ist.

Elektrische Wirkungen, welche durch Berührung gewisser Flammen mit den Metallen erzeugt werden.

Legt man auf ein Gefäss von Holz oder Porcellan, welches mit einer der Condensator-Platten in Verbindung steht, einen Draht oder Streif von Platin, der einen Decimeter lang ist und über den Rand der Platte hervorragt, setzt die untere Platte mit dem Erdboden in Leitung und bringt darauf das eine Ende des Drahtes oder Streifens in die Flamme des brennenden Alkohols, Wasserstoffgases oder Papiers, so nimmt das Metall bei der Rothglühhitze in einem Fall negative, in dem andern positive Elektricität an. Die Flamme erhält in beiden Fällen die entgegengesetzte Elektricität des Metalles, und um diese zu sammeln reicht es hin auf das Gefäss ein Stück befeuchtetes Holz zu legen, welches, da es keine Verbrennung erleidet, die Stelle des Leiters vertritt und die von der Flamme angenommene Elektricität zum Condensator überführt.

Ein Kupferdraht giebt analoge Resultate und im Allgemeinen scheint es, dass alle Metalle mehr oder weniger die eben erwähnte Eigenschaft besitzen. Eben so nimmt ein Metall, das in die Wasserstoffgasflamme getaucht wird, negative oder positive Elektricität an, und ertheilt der Flamme die entgegengesetzte, je nachdem die Temperatur desselben mehr oder weniger erhöht ist. Da der Uebergang von einem elektrischen Zustand in den andern durch eine Abwesenheit aller

Elektricität angezeigt wird, so ist es klar, dass man dem Metall, wie es sich zuweilen ereignet, eine Temperatur mittheilen kann, bei der es keine Elektricität zeigt.

Wenn man mit einer der Condensatorplatten, die von der Flamme erlangte Elektricität auffängt, so kann man diese, wenn man will, durch Berührung mit einem feuchten Holzstab mit der Erde in Verbindung setzen. Obgleich die Flamme vermöge ihrer beständigen Erneuerung die durch Berührung mit dem Metall erlangte Elektricität fortführt, so zeigt doch die Erfahrung, dass die Entladung durch das so eben angezeigte Verfahren noch viel schneller geschieht.

Wenn man aber statt des feuchten Holzstäbchens die Flamme mit einem Metallstreifen berührt, von gleicher Natur mit dem, welcher auf das Gefäss gelegt ward, so findet man, dass eins mit dem andern im entgegengesetzten elektrischen Zustande befindlich ist; der rothglühende Streif erhält negative und der minder erhitzte positive Elektricität.

Völlig ähnliche Resultate bekommt man, wenn die beiden Streifen aus verschiedenen Metallen bestehen, nur glaube ich, dass ihre Intensität unter gewissen Umständen ausgezeichneter ist.

Bedient man sich der Spitze einer durch das Löthrohr angefachten Kerzenflamme, so findet man ebenfalls die nämlichen Wirkungen.

Entstehen diese Erscheinungen nun aus einer Reibung der Flamme gegen die Metalle, oder sind sie durch eine elektromotorische Action erzeugt? Ich bin der letzteren Meinung; denn wenn man auch zugiebt, dass bei dem Metalldraht in der Flamme des

Löthrohrs einige Reibung vorhanden ist, so kann sie doch unmöglich in der ruhigen Flamme des brennenden Alkohols stattfinden. Wie ist es auch ohne Annahme einer elektromotorischen Action zu erklären, daſs wenn zur selben Zeit zwei Metallstreifen von ungleicher Dicke in eine Flamme getaucht werden, sie durch die Temperatur, welche bei einem gröſser als bei dem andern ist, eine verschiedene Elektricität annehmen. Es ist ebenfalls gewiſs, daſs diese Erscheinungen nicht allein durch eine Temperaturdifferenz in den verschiedenen Theilen desselben Metalles entstehen; denn als das Ende eines Platinstreifens in dem Brennpunkte einer sehr starken Linse des Hrn. Fresnel zum Glühen gebracht ward, fand keine Elektricitätsentwicklung Statt.

Diese Versuche haben keine Beziehung mit denen des Hrn. Erman über die leitenden Eigenschaften der Flamme des Alkohols; sondern vielleicht mehr mit den Versuchen von Volta, wo derselbe ein Stück Feuerschwamm verbrennt, das auf der Spitze eines Stiftes befestigt war, der mit einer der Condensatorplatten in Verbindung steht. Dieser berühmte Physiker fand auch, daſs wenn der Apparat entfernt von Gebäuden errichtet war, der Feuerschwamm stets einen Ueberschuſs von positiver Elektricität annimmt, welche nach ihm von der umgebenden Luft herrührt, in der er dieserhalb einen beständigen Ueberschuſs von positiver Elektricität vorhanden annimmt.

Aus meinen Versuchen kann ich nicht dieselbe Folgerung ableiten, da je nach der Temperatur der Metalle bald die eine bald die andere Electricität erhalten

ward. Neue Unterſuchungen werden ohne Zweifel dieſe Erſcheinungen weiter aufhellen.

Die vorhergehenden Unterſuchungen führten natürlich darauf, zu ſehen, was bei der Verbrennung gewiſſer Körper vorgehe. Ich brachte daher in die hölzerne Schale ein aufgerolltes Blatt Papier; zündete es an und ſetzte die Flamme durch ein feuchtes Holzſtäbchen mit dem Erdboden in Verbindung, damit die Elektricität deſto ſchneller abſtrömen konnte; dadurch erhielt das Papier poſitive Elektricität. Verfährt man auf umgekehrte Art, hält das Papier in der Hand und berührt die Flamme mit einem feuchten Holzſtäbchen, des auf die Schale gelegt iſt, ſo findet man gegentheils, daſs die Flamme negative Elektricität angenommen hat. Es folgt mithin aus beiden Verſuchen, daſs wenn man Papier verbrennt, das Papier ſelbſt poſitive, die Flamme aber negative Elektricität annimmt.

Gieſst man Alkohol in eine Kupferſchale und zündet ihn an, ſo findet man durch den Condenſator, daſs die Schale poſitive Elektricität erhalten hat.

Dieſe Verſuche ſind einer viel weiteren Entwicklung fähig, aber ich glaube deſſen ungeachtet mir die Freiheit nehmen zu dürfen, der Akademie die erſten Reſultate vorzulegen, welche ich in dieſer Klaſſe von Erſcheinungen erhalten habe.

VI.

Notiz über einen von Hrn. Ampère und Becquerel angestellten Versuch hinsichtlich der Natur des elektrischen Stromes;

(gelesen v. Hrn. Ampère in d. Sitzung d. Akad. am 12. Apr. 1824.) *)

Da Hr. Becquerel durch einige glückliche Abänderungen **) des von Hrn. Bohnenberger angegebenen Elektrometers, diesem Apparat die nämliche Empfindlichkeit gegeben hat, wie früher dem Galvanometer, ***) so bat ich ihn, mit diesem Instrumente

*) Aus d. Annal. d. Ch. et Phys. XXVII. p. 29.

**) S. 170 dieses Heftes. (*P.*)

***) Die Einrichtung, durch welche Hr. Becquerel dem Galvanometer eine erhöhte Empfindlichkeit gegeben hat, besteht darin, dass er an Coconfäden 3 Magnetnadeln in einer solchen Lage neben einander aufhängt, dass der Nordpol der zweiten sich im Wirkungskreis des Südpols der ersteren, und ihr Südpol sich im Wirkungskreis des Nordpols der dritten Nadel befindet. Wird dann jede Nadel mit dem Schliessungsdraht der Kette auf die bekannte Art mehrfach im gleichen Sinne umschlungen, und die Kette geschlossen, so weichen die Nadeln sämmtlich nach einer Seite ab. Ist nun die Anordnung so getroffen, dass sich hiedurch die auf einander wirkenden Pole gegenseitig nähern, so wird die Ablenkung der mittleren Nadel bedeutend größer ausfallen, als durch die alleinige Aktion des Drahtes. Wesentlich nöthig ist es jedoch, bei er-

eine Folgerung zu bestätigen, welche ich aus der Betrachtung der Natur der Ströme und der Art, wie die Elektricität der Säule in Bewegung gesetzt wird; abgeleitet hatte.

Man weiss, dass wenn ein Zinkstreif mit einem Streif von Kupfer zusammen gelöthet ist und eins dieser Metalle isolirt wird, sich eine elektrische Spannung von constanter Differenz einstellt. Es handelte sich nun darum, zu untersuchen, ob, wie ich es dachte, diese Spannung noch fortdauert, wenn man die Streifen dadurch mit einander verbindet, dass man sie in einen flüssigen Leiter taucht. Hr. Becquerel hat es bestätigt, dass die Spannung nicht merklich verringert wird, selbst alsdann, wenn der flüssige Leiter aus angesäuertem Wasser besteht und ein sehr intensiver elektrischer Strom stattfindet. Dieser Versuch beweist, dass die beiden Elektricitäten, welche sich durch den Contact in dem Zink und in dem Kupfer entwickeln, mit einer Geschwindigkeit erzeugt werden, welche gegen die, mit welcher sie das gesäuerte

folgender Ablenkung der ersten und letzten Nadel, dass die Pole der mittleren Nadel hinsichtlich der auf sie einwirkenden Pole der anderen stets auf der Seite bleiben, auf welcher sie sich ursprünglich befanden, denn sonst entsteht für diese statt der Vergrösserung eine Verminderung der Ablenkung. Eben deshalb ist dieser Apparat auch nur zur Auffindung geringer elektro-magnetischer Kräfte anwendbar, bei denen die Ablenkungen der zu Hülfe gezogenen Magnetnadeln nicht bedeutend sind. Es gilt mit Veränderung der Umstände von diesem Apparat alles, was bei Gelegenheit der von Hr. Prof. Barlow (Ann. d. Ph. und Ch. Bd. 77. S. 328) gebrauchten Vorrichtung bemerkt worden. (*P.*)

Waſſer durchdringen können, als unendlich zu betrachten ſind. Er zeigt auch, weshalb man keine merkliche elektro-dynamiſche Wirkung mittelſt eines durch Reibung erregten Stromes hervor bringen kann, z. B. mittelſt eines ſolchen, welchen man erhält, wenn man die Enden des Galvanometerdrahtes mit dem Reibezeuge und dem Conductor einer gewöhnlichen oder einer Nairne'ſchen Elektriſirmaſchine verbindet; die Reibung kann in einer gegebenen Zeit nur eine beſtimmte Menge von Elektricität entwikkeln; der Contact zweier heterogener Metalle liefert deren hingegen unendlich viel, weil in dem Maaſse als der Abfluſs den Spannungsunterſchied zwiſchen beiden Metallen zu verringern ſtrebt, ſich augenblicklich in dem gemeinſchaftlichen Berührungspunkte beider neue Elektricität entwickelt.

Es iſt klar, daſs wenn eine gewöhnliche Elektriſirmaſchine einen ähnlichen Strom wie die Voltaiſche Kette erregen könnte, man müſste auch mit Hülfe dieſer Maſchine denſelben Spannungsunterſchied erzeugen können, der zwiſchen irgend 2 Metallplatten ſtattfindet, die, wie in dem angeführten Verſuch die Zink- und Kupferplatte durch eine ſtets gleiche Schicht von angeſäuertem Waſſer mit einander verbunden ſind. Aber weit entfernt durch dieſes Mittel jenen Spannungsunterſchied hervorzurufen, kann man nichts von dieſem wahrnehmen.

Ich ſchlieſse dieſe Note mit der Bemerkung, daſs, wenn man mit einem Elektrometer den Spannungsunterſchied zweier Körper beobachten will, es nöthig iſt, daſs die Urſache, welche jeden von dieſen in einen entgegen geſetzten elektriſchen Zuſtand verſetzt

hat, auch die Körper in diesem Zustande erhalten müsse, und zwar dadurch, dass sie in denselben Punkten, in welchen die beiden Elektricitäten getrennt wurden, auch deren Wiedervereinigung wenigstens so lange verhindere als nöthig ist, damit sich das Elektrometer in Bewegung setze. Dieser Umstand findet bei der Berührung, nicht aber bei der Verbindung zweier Körper Statt, zufolge der Erklärung, welche ich in einem frühern (der Akademie am 3. Dec. 1823. überlieferten) Aufsatz über die entgegen gesetzte Richtung des elektrischen Stromes in beiden Fällen gegeben habe. *) Die Verbindung zweier Partikeln kann nur einen augenblicklichen elektrischen Strom erzeugen; man beobachtet die Wirkungen am Galvanometer, weil sich andere Theilchen ihrerseits verbinden, und den Strom so lange unterhalten als die Verbindung noch nicht beendet ist; man wird aber keine merkliche Spannung am Elektrometer gewahr werden, weil in der Flüssigkeit, wo diese Statt hat, sich nichts der Wiedervereinigung der beiden Elektricitäten entgegen setzt und weil es stets nur ein Theil der beiden elektrischen Flüssigkeiten ist, welcher durch seine Vereinigung im Galvanometerdraht, daselbst die Ströme erzeugt, deren Wirkungen mittelst der Magnetnadel dieses Instrumentes wahrzunehmen sind.

*) Die in dem Aufsatze des Hrn. Becquerel S. 185 berührt ist. (P.)

VII.

Versuche über die Anwendbarkeit der vor Kurzem von Hrn. Prof. Döbereiner gemachten Entdeckung auf Eudiometrie;

von

Hrn. Edward Turner, M. D. *)

(gelesen am 3. Apr. und 5. May 1824. vor der K. Gesellschaft zu Edinburg.)

Wenn man Platinschwamm mit einem Gemisch von 2 Raumtheilen Wasserstoffgas und einem Raumtheil Sauerstoffgas in Berührung bringt, so erfolgt zwar meist augenblicklich ein Rothglühen des Metalles und eine Verpuffung des Gases, allein man bemerkt doch, dass die Wirkung nicht sogleich nach Einführung des Metalles stattfindet, sondern dass die Verbindung anfangs mit Ruhe beginnt, darauf stufenweise, wenn gleich sehr rasch zunimmt und endlich bei hellem Glühen des Platins mit einer Verpuffung endet. Gewöhnlich folgen aber diese Momente so schnell auf einander, dass sie sich der Beobachtung entziehen. Es scheint also, dass die Wirkung des Platins einigermassen von der der Elektricität verschieden sey, denn während letztere durch eine augenblickliche Explo-

*) Auszug aus Jameson's Edinburgh philosoph. Journ. Jul. 1824. S. 99.

sion die Verbindung der Gase auf einmal bewirkt, ist bei ersterem die Verpuffung nur Folge der durch die primäre Wirkung entwickelten Wärme. Dadurch erklärt es sich auch, warum das Platin, welches in dem Zustande seiner grössten Thätigkeit einen ¼ Kubikzoll des explosiven Gasgemisches leicht zur Verpuffung bringt, dennoch bei einer geringeren Menge desselben Gemisches keine Explosion mehr erzeugt; denn bevor zu dieser hinreichende Wärme erzeugt wird, sind die Gase schon ruhig mit einander verbunden.

Die Einführung des Platinschwamms in ein durch Quecksilber gesperrtes Gas ist mit einigen Hindernissen verknüpft, denn erstlich zerfällt es dabei leicht zu Pulver und dann verliert es auch die zu seiner Wirksamkeit nöthige poröse Textur, indem es sich mit dem Quecksilber amalgamirt, vorzüglich wenn es erhitzt war. Aus diesen Gründen nahm ich meine Zuflucht zu den von Hrn. Prof. Döbereiner vorgeschlagenen Kugeln. Ich mischte also Platinschwamm mit Pfeifenthon in verschiedenen Verhältnissen und formte daraus mittelst ein wenig Wasser Kugeln von der Grösse einer Erbse. Da die Wirksamkeit des schwammigen Platins in Zusammenhang steht mit seinem porösen Gefüge, so bemühte ich mich, die Kugeln in einen möglichst ähnlichen Zustand zu versetzen und fügte deshalb dem Gemisch von Platin und Pfeifenthon etwas Salmiak hinzu. Wenn nun die daraus gebildeten Kugeln nach dem Trocknen vorsichtig über einer Spirituslampe geglüht werden, so entweicht der Salmiak von allen Seiten und die Kugel bleibt in einem Zustande von Porosität zurück, der ihre Wirksamkeit ungemein begünstigt. Zu einigen Kugeln

that ich auch etwas Kieſelerde, weil der Pfeifenthon allein, eine zu zähe Maſſe giebt. Diejenigen, welche $\frac{2}{3}$ ihres Gewichtes an Platin enthalten können völlig das reine ſchwammartige Metall erſetzen; denn friſch geglüht und wieder erkaltet, werden ſie durch einen auf ſie geleiteten Strom von Waſſerſtoffgas glühend und entzünden bald darauf das Gas. Aber in bloſse Berührung gebracht mit einem Gemiſch von 2 Maaſs Waſſerſtoffgas und einem Maaſs Sauerſtoffgas wirken ſie nicht völlig ſo ſchnell als der reine Platinſchwamm, obgleich ſie ebenfalls rothglühend werden und Exploſion bewirken.

Die Kugeln ſelbſt erleiden hiebei keine chemiſche Veränderung, wenigſtens habe ich eine wohl zu funfzig Verſuchen dieſer Art gebraucht, ohne daſs eine Verringerung ihrer Kraft zu ſpüren geweſen wäre. Indeſs nimmt dieſe dennoch durch wiederholten Gebrauch ab, allein es reicht hin, ſie mittelſt der durch das Löthrohr angefachten Oel- oder Spiritusflamme nur eine Minute lang zu glühen, um ihr alle vorherigen Eigenſchaften wieder zu ertheilen. Durch ein längeres Glühen erhalten auch die Kugeln ihre Wirkſamkeit wieder, wenn ſie dieſe durch Berührung im erhitzten Zuſtande mit Queckſilber verloren haben, welches oft ſo zerſtörend einwirkt, daſs ſie nicht die geringſte Wirkung auf ein ſehr exploſives Gasgemiſch äuſsern.

Die auf obige Art bereiteten Kugeln ſcheinen noch geringere Mengen von Waſſerſtoffgas anzugeben, als der elektriſche Funken, denn in Gemiſchen von 13 und 15 Maaſs atmoſphäriſcher Luft mit einem Maaſs Waſſerſtoffgas brachte der Funken einer ſtark

geladenen Leidner Flaſche keine Verpuffung mehr hervor, während darauf hineingebrachte Kugeln aus 3 Gr. Platin und 1 Gr. Pfeifenthon oder aus gleichen Theilen von beiden, augenblicklich wirkten. Auf der andern Seite ſetzte ich ein Gemiſch von 1 Maaſs Waſſerſtoffgas und 4 Maaſs atmoſphäriſcher Luft mit einer Kugel in Berührung, und elektriſirte eine Minute nach Hineinbringung derſelben das Gas in einem Eudiometer, allein es fand keine Verpuffung mehr Statt. Wenn alſo Hr. Prof. Gmelin in Tübingen bemerkte, daſs das Gasgemiſch noch mit dem elektriſchen Funken detonirte, welches ſchon der Wirkung des Platins ausgeſetzt geweſen war, ſo liegt dieſs, da ſein Verſuch gewiſs genau iſt, an ſeinem Verfahren, das ich nicht kenne.

Ich ſchritt nun zu der Unterſuchung, ob die Menge des vorhandenen Waſſerſtoffs genau durch das Platin ausgemittelt werden könne.

In Gemiſchen, worin 13 ; 15 ; 17 Theile atmoſphäriſcher Luft gegen einen Theil Waſſerſtoff enthalten waren, ward letzteres völlig genau angezeigt.

In 180 Maaſs eines Gemiſches, das auſser atmoſphäriſcher Luft 1,8 Maaſs Waſſerſtoffgas enthielt, zeigten die Kugeln nach Verlauf einer halben Stunde 2 Maaſs von dieſem an. Es fanden ſich nach Verlauf von ½ Stunden, einmal in 186 Maaſs eines ähnlichen Gemiſches 1,86 Maaſs Waſſerſtoffgas als wirklich eben ſo viel vorhanden war, und ein andermal 1,6 Maaſs Waſſerſtoffgas in 132 Maaſs eines Gemiſches das 1,3 Maaſs von dieſem enthielt.

Gemiſche von Sauerſtoff und Waſſerſtoffgas, worin dieſe wie 100 zu 1 vorhanden waren, wurden

eben so genau zerlegt, denn in 186 Maafs eines solchen zeigten die Kugeln 2,6 Maafs Wasserstoffgas an und ein andermal in 138 Maafs, von letzterem 2 Maafs.

Der Fehler ist in beiden Beobachtungen so gering, dafs man dreist behaupten kann, es werde das Wasserstoffgas noch durch Platin mit Genauigkeit bestimmt, wenn es in einer Mischung mit atmosphärischer Luft oder Sauerstoffgas nur den $\frac{1}{100}$ Theil des Volumens betrage. Um eine unvorhergesehene Fehlerquelle etwa aufzufinden, brachte ich eine mäfsig erhitzte Kugel (bestehend aus 4 Gr. Platin und 1 Gr. Pfeifenthon) in 187,5 Maafs zuvor durch Kali getrockneter atmosphärischer Luft und liefs sie $\frac{3}{4}$ Stunden darin, allein es fanden sich unverändert 189 Maafs (d. h. 187,5 Maafs Luft + 1,5 Maafs die durch die Kugel erfüllt wurden) wie diefs auch schon aus einem meiner früheren Versuche hervorging, wo ich ein Gemisch von Sauerstoffgas und Stickgas vergeblich mit sehr heftig erhitztem Platin in Berührung brachte.

Auf Gemische, in denen das Hydrogen gegen das Oxygen vorwaltet, zeigt sich das Platin ebenfalls sehr wirksam, denn in einem, das aus 11 Theilen des ersteren und einem des letzteren bestand, brachte der Funke einer stark geladenen Leidener Flasche weder Verpuffung noch sonst eine Verminderung hervor, während das Platin unmittelbar Wasser erzeugte.

Drei Maafs Wasserstoffgas wurden mit 300 Maafs Sauerstoffgas gemischt und 112 Volumen davon mit einer Kugel in Berührung gebracht, die $\frac{4}{5}$ ihres Gewichtes an Platin enthielt; nach Verlauf einer

halben Stunde betrug die Verminderung 4 Maafs, welche 1,3 Maafs Sauerſtoff anzeigt, während 1,1 von dieſem vorhanden waren. 158 Maaſs deſſelben Gemiſches wurden nach einer halben Stunde um 5,5 Maafs verringert, in dieſen alſo 1,8 Sauerſtoffgas aufgefunden, als 1,3 von ihm zugegen waren.

Hierauf wandte ich mich zur Analyſe der atmoſphäriſchen Luft. Hundert Volumentheile deſſelben zuvor durch Kali von Kohlenſäure befreit, gaben in 6 auf einander folgenden Verſuchen

20,3 ; 20,3 ; 20,7 ; 21,0 ; 21,3 ; 21,7

Volumentheile an Sauerſtoff, alſo im Mittel 20,88 oder nahe 21. Anfangs erhielt ich einen gröſseren Gehalt, allein dieſs rührte daher, daſs das angewandte Waſſerſtoffgas durch beigemiſchte atmoſphäriſche Luft mit Sauerſtoffgas verunreinigt war. Zu dieſen Verſuchen reinigte ich das Waſſerſtoffgas, indem ich es eine Nacht hindurch über Platin ſtehen lieſs.

Schon zu Anfang meiner Unterſuchung ſchien es mir wahrſcheinlich, daſs allemal, wenn der elektriſche Funken Gaſe zerſetzt oder vereinigt, das Platin eine gleiche Wirkung habe (was indeſs Ausnahmen erleidet *P.*). Schon Hr. Prof. Döbereiner fand, daſs Miſchungen von Kohlenwaſſerſtoffgas und Kohlenoxydgas mit Sauerſtoffgas ſich durch dieſes Mittel mit einander verbinden, *) auch haben die Hrn.

*) Hr. Prof. Döbereiner bemerkt indeſs, in dem vierten Theile ſeiner pneumatiſchen Chemie, daſs chemiſch reines Kohlenoxydgas mittelſt Schwefelſäure aus Sauerkleeſalz bereitet, und durch Kali von aller Kohlenſäure befreiet, ſich bei niederer Temperatur nicht mit Sauerſtoff zu Kohlenſäure vereinigen

Dulong und Thenard beobachtet, dafs das Platin eine Mischung von Wafferstoffgas und Salpetergas unter Bildung von Waffer und Ammoniak zerfetzt und auch eine ähnliche Wirkung auf ein Gemisch von Hydrogen und oxydirtem Stickgas ausübt. Mein Freund, Hr. Blundell, ein sehr unterrichteter und hoffnungsvoller Mann, der gegenwärtig diese Universität besucht, hat ebenfalls einige interessante Thatsachen über diesen Gegenstand bemerkt. Er findet nämlich, dafs das Platin sowohl die Verbindung des Hydrogens mit Chlorine *) als mit den Elementen der Euchlorine bewirkt; auch ist es ihm gelungen, was ich schon früher vermuthungsweise aussprach, Hydrogen mit Jodine zu vereinigen und also auf diesem Wege Hydriodinsäure darzustellen. Einige von diesen Versuchen habe ich wiederholt und sie richtig befunden. Ich habe sie aber nicht weiter verfolgt, weil meine Aufmerksamkeit vorzüglich durch die Wirkungen des Platins auf Oelbildendes Gas, auf

lasse, und vermuthet, dafs das von den Hrn. Dulong, Thenard, Herapath angewandte Kohlenoxydgas, nicht frei von Wafferstoffgas gewesen sey; auch gelang es Hrn. Prof. D. nicht, eine Mischung von Wafferstoffgas und Salpetergas, durch Berührung mit Platinschwamm in Ammoniak zu verwandeln, wohl aber eine Mischung von oxydirtem Stickgas und Wafferstoffgas unter Entglühen des Platins in Waffer und Stickgas überzuführen. *P.*

*) Man darf doch wohl voraussetzen, dafs das Tageslicht abgehalten ward? Hr. Prof. Döbereiner bemerkt a. a. O. p. 68, dafs sich ihm bei mehrmaliger Wiederholung des Versuches mit frisch geglühten Platinschwamm keine Entzündung gezeigt habe. *P.*

Steinkohlengas und auf Kohlenoxydgas beschäftigt ward, indem ich, wiewohl vergeblich hoffte, hiedurch ein Verfahren zur Trennung dieser Gasarten aufzufinden; ein Verfahren, welches ungeachtet der sinnreichen Untersuchungen des Dr. Henry noch für die chemische Analyse zu wünschen übrig bleibt.

Ein Strom von dem, aus den Gasröhren der Stadt genommenen Steinkohlengase, machte zwar anfänglich den frisch geglühten Platinschwamm etwas leuchtend, aber das Licht verschwand sehr bald und ich war auch nicht im Stande, diese Erscheinung bei einer folgenden Gelegenheit wieder zu erzeugen. Eben so brachte ein aus zwei getrennten Gefäſsen auf Platinschwamm geleiteter Strom von Steinkohlengas und Sauerstoffgas irgend eine leuchtende Erscheinung zu Wege. Wenn aber der Platinschwamm zuvor mit dem Löthrohr zum Glühen erhitzt und sogleich nachdem dieses aufhörte sichtbar zu seyn, in den Strom gebracht ward, gerieth dasselbe wieder ins Rothglühen und leuchtete einige Zeit hindurch.

Als ich den bis zum lebhaften Glühen erhitzten Platinschwamm schnell in eine kleine auf Quecksilber schwimmende Platinschale brachte, und nun über diese eine Flasche stürzte, mit einem Gemisch von einem Volumen Steinkohlengas und mehr als 2 Volumen Sauerstoffgas, schlug sich zwar auf der Quecksilberfläche Wasser nieder und das Platin glühte unter schneller Verminderung des Gases, allein die Fortschritte dieses Processes wurden früher unterbrochen, als alles Gas verbraucht war. Das Platin ward noch 2 Stunden lang mit dem Gase in Berührung gelassen, ohne daſs sich jedoch das Volumen verringerte, und

nach Fortſchaffung der Kohlenſäure durch geſchmolzenes Aetzkali, gab der Rückſtand mit dem elektriſchen Funken eine heftige Detonation. Eben ſo verhielten ſich Kugeln aus Platinſchwamm und Pfeifenthon und ſelbſt als dieſs Gasgemiſch bis zum Siedepunkt des Quekſilbers erhitzt ward, blieb nach der Wirkung des Platins ein mit dem elektriſchen Funken verpuffender Rückſtand übrig.

Auch bei Gemiſchen von Steinkohlen - Waſſerſtoff- und Sauerſtoffgas war die Zerſetzung durch Platin nur unvollkommen, denn alle lieferten einen exploſiven Rückſtand.

Eine Miſchung von ſorgfältig bereitetem und getrockneten Oelbildenden Gaſe mit 3 Volumen Sauerſtoffgas ward weder durch Platinſchwamm noch durch die Kugeln verändert, ſie mochten kalt oder warm ſeyn. Erſt bei der Siedhitze des Queckſilbers fand eine partielle Wirkung Statt, und eben ſo erzeugte eine glühend hinein gebrachte Kugel zwar anfänglich viel Waſſer und Kohlenſäure, aber der Rückſtand war dennoch mit dem elektriſchen Funken zu verpuffen.

Dieſem ähnlich verhielten ſich auch Gemiſche aus Waſſerſtoff-, Sauerſtoff und Oelbildendem Gaſe.

Kohlenoxydgas und Sauerſtoff zu gleichen Theilen mit einander vermiſcht, erlitten zwar durch Platinſchwamm und durch die Kugeln anfänglich eine Raumverminderung, allein das Gas explodirte hernach noch ſehr ſtark mit dem elektriſchen Funken. Ward indeſs der Platinſchwamm glühend gemacht, und gleich nach Aufhören des ſichtbaren Leuchtens in dieſs Gemiſch geführt, ſo erzeugte ſich das Glühen augenblicklich wieder und veranlaſste eine Exploſion. Hr. H. Davy hat bereits gezeigt, daſs ſich ein Gemiſch von Kohlenoxydgas und Sauerſtoffgas bei einer viel geringeren Hitze entzünden läſst, als die, welche ein Gemiſch von Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas erfordert, und dieſer Thatſache ſcheint der vorhergehende Verſuch zu correſpondiren.

Miſchungen aus Kohlenoxyd-, Waſſerſtoff- und Sauerſtoffgas verhalten ſich den früheren ähnlich, denn ſie werden durch das Platin ebenfalls nur theilweiſe mit einander verbunden.

(Den Schluſs der Abhandlung im nächſten Heft.)

VIII.

Noch Einiges über Feuermeteore, Gediegeneisenmassen u. s. w.

1) Von Hrn. Director Klöden.

(Mit Bewilligung des Hrn. Verfassers, entnommen aus einem früheren, aus Potsdam datirten, Schreiben von ihm an den Prof. Gilbert; eine kurze Notiz über dasselbe befindet sich im Bd. 75. S. 246 dieser Annal.)

Es war Abends um halb 10 Uhr am 12. November 1822, als ich mit einem Freunde über den Wilhelmsplatz gehend, plötzlich die ganze Gegend hell erleuchtet erblickte. Vor uns, in Süden, glänzte eine helle Feuerkugel mit *bläulichem* Lichte, welche langsam in senkrechter Richtung sich herab bewegte, nach und nach kleiner wurde, und noch ehe sie von der vorliegenden Häuserreihe verdeckt wurde, erlosch. Sie liefs einen glänzenden Streifen zurück, welcher noch nach dem Erlöschen einige Augenblicke sichtbar war, und nicht wohl durch den Eindruck auf die Netzhaut entstanden seyn konnte, da die Bewegung dazu nicht schnell genug war. Die ganze Erscheinung mochte etwa 2 Secunden gewährt haben. Als die Kugel am gröfsesten war, konnte sie einen scheinbaren Durchmesser von etwa 15 Minuten haben, oder etwa eine halbe Vollmondsbreite.

Wie weit die Kugel von mir gestanden haben mag, ist nicht leicht anzugeben, da ein so glänzendes

Licht immer näher zu seyn scheint, als es ist. Mir schien sie nicht über 1000 Fuss entfernt zu seyn. Als ich sie zuerst erblickte, stand sie etwa 35° hoch. Ein Geräusch war nicht zu hören. Der Himmel war sehr sternhell, und reich an Sternschnuppen. Es wehete ein sanfter Ostwind. Das Barometer stand 28″,598, Thermometer — 2° *R.* und das Saussüresche Hygrometer auf 59°.

Es ist merkwürdig, dass dieselbe Erscheinung an demselben Abende von verschiedenen Personen aber zu ganz verschiedenen Zeiten noch *dreimal* beobachtet worden ist, welches eine ganz besondere Disposition der Atmosphäre beweiset, obgleich diese, wie die obigen Angaben zeigen, nichts Ausgezeichnetes hatte. Dennoch war diese auch am folgenden Abend, den 13. November noch nicht erloschen, wie abermals viele Sternschnuppen zeigten. Um halb 6 Uhr befand ich mich in der Nauener Strasse, wo ich auf die Oeffnung einer Hausthüre wartend, den nordwestlichen Himmel betrachtete. Plötzlich bildete sich eine der gestrigen Erscheinung sehr ähnliche, an der ich Anfang und Ende sehr genau beobachten konnte. Sie fing als gewöhnliche Sternschnuppe an, wurde aber schnell grösser und leuchtete ungemein hell mit glänzendem *gelbgrünem* Lichte, das die Strasse hell erleuchtete. Ich habe nie ein schöneres Licht gesehen. Die Kugel war anscheinend von derselben Grösse, als die gestrige, bewegte sich etwas rascher, ebenfalls in senkrechter Richtung herab, und erlosch nach anderthalb Secunden, indem sie allmählig kleiner und länglicher werdend, sich zuletzt in einen glänzenden Streifen auflösete, der wie der vorige noch

nach dem Verschwinden der Kugel einige Augenblicke sichtbar blieb. Sie war mir jedenfalls viel näher als die gestrige, und schien sich senkrecht auf das Dach eines etwa 100 Schritt von mir stehenden Hauses herabzulassen. Etwa 100 Fuſs über demselben erlosch sie aber. Ich habe nach ihrem Erlöschen weder etwas herabfallen sehen, noch ein Geräusch gehört. Der Himmel war nach sehr heiterem Tage ebenfalls hell gestirnt; es wehete Ostwind bei —3° R. Kälte. Das Barometer stand 28,″242 und das Hygrometer auf 62°.

Diese Meteore zeigen sich oft in sehr geringen Höhen. Ich erinnere mich, daſs ich in Berlin auf dem Dönhofsplatze eines Abends in der Dämmerung eine Kugel der Art sehr nahe bei mir in der Höhe von etwa 15 Fuſs erblickte, welche Nähe keine Täuschung war, da ein nahestehender Baum den Hintergrund der Stelle bildete, an der ich sie erblickte. Sie muſste demnach zwischen mir und ihm stehen; war aber kleiner als die vorigen, kaum eine Secunde sichtbar, senkte sich jedoch ebenfalls etwas und erlosch allmählig.

Einer meiner Freunde auf dem Lande sahe vor mehreren Jahren eines Abends, als er sich in der Nähe eines Sees befand, eine solche Kugel über dem See herabfallen, die beinahe die Oberfläche desselben berührte, ehe sie erlosch. Dieſs war ebenfalls keine Täuschung, da das Gegeneinanderbewegen der Kugel und ihres Reflexes im Wasser, und die Entfernung, in der sich beide von einander befanden, ehe sie verschwanden, jeden Zweifel beseitigte. Die Erscheinung wich übrigens nach seiner Beschreibung von der vorigen nicht ab.

Vielleicht hat es für Sie einiges Interesse, über die von mir 1821 aufgefundene mineralische Quelle nähere Notizen zu erhalten, welche in der hiesigen Berliner Vorstadt liegt. Durch die gewöhnlichen Reagenzien mittelte ich den mineralischen Gehalt der Quelle im Allgemeinen aus, näher wurde derselbe durch die Analysen der HH. Hofapotheker Franke und Geh. R. Hermbstädt dargethan. Der Besitzer der Quelle wendete sich nun an S. Maj. den König, und es wurde hierauf von Seiten des hohen Ministerii eine amtliche Untersuchung veranstaltet, die als Resultat mit unzweideutiger Gewissheit ergab, dass das Wasser ein wirkliches Quellwasser und kein Sumpfwasser ist. Die Quelle liegt in einem klaren Sande, der mit grauem Thonmergel abwechselt; von Sumpferde, Morasteisen etc. ist aber keine Spur zu finden. Der Ursprung derselben ist wahrscheinlich in den nahen Hügeln zu suchen, da der Spiegel der Quelle höher liegt als die Havel, wie durch Nivellement ausgemittelt ist. Das Wasser wird durch Röhren in das Badehaus geleitet. Die Quelle liegt 113 Fuss von der Havel.

An die Luft gestellt, zeigt das Wasser entweichende Luftbläschen, und damit eine Trübung; es wird mit der Zeit schwärzlich, und es bildet sich ein dunkel gefärbter Niederschlag von Schwefeleisen. Wird es gekocht, so fällt bald ein reichlicher röthlichbrauner Niederschlag zu Boden. Es hat einen eigenthümlichen unangenehmen Geruch, und sein spec. Gewicht ist bei 14° Reaum. = 1,0022.

Nach der amtlichen sehr sorgfältigen chemischen Analyse, die der Hr. Medicinal-Assessor Schrader mit diesem Wasser vorgenommen, und welche die frühe-

ren Analysen der Hrn. Frank und Hrn. G. O. M. R. Hermbstädt bestätigt, kommt das Wasser am meisten mit dem Freienwalder überein, ist aber ohne Vergleich stärker, wie Nachstehendes zeigt:

Bestandtheile des Potsdamer Wassers in 25 Pfund nach Schrader	Gran	Bestandtheile des Freienwalder Küchenquells in 25 Pfund nach V. Rose	Gran
Kohlensaure Kalkerde	$100\frac{8}{10}$	Kohlensaure Kalkerde	60
Schwarzes manganhaltiges Eisenoxydul im Wasser mit Kohlensäure verbunden	$16\frac{9}{10}$	Kohlensaures Eisen	$6\frac{1}{4}$
Kohlensaure Talkerde	$4\frac{6}{10}$	Kohlensaure Talkerde	$2\frac{1}{2}$
Salzsaure Kalkerde	108	Salzsaure Kalkerde	0
Salzsaures Natrum	$31\frac{9}{10}$	Salzsaures Natrum	6
Salzsaure Talkerde	$6\frac{8}{10}$	Salzsaure Talkerde	4
Schwefels. Kalkerde	$8\frac{4}{10}$	Schwefels. Kalkerde	$2\frac{1}{2}$
Schwefels. Talkerde	0	Schwefels. Talkerde	12
Kieselerde	$2\frac{7}{10}$	Kieselerde	$1\frac{1}{4}$
Organische extractive Beimischung	114	Extractivstoff	4
	Kubikzoll		Kubikzoll
Kohlensaures Gas	$110\frac{1}{2}$	Kohlensaures Gas	92

Auf den Mangangehalt wurde Herr M. A. Schrader erst späterhin durch den Chlorinegeruch aufmerksam, der sich bei der Behandlung des Eisens mit Salzsäure entwickelte. Er vermuthet, dass das Eisen aller ähnlichen Quellen manganhaltig ist, also auch das in Freienwalde. — Der Besitzer des Bades ist durch Königliche Gnade in den Stand gesetzt, das Bad gehörig einzurichten, und damit eifrig beschäftigt. Es liegt sehr angenehm. Bereits im vorigen Sommer hat es bei einer Menge Kranker seine Heilkräftigkeit auf eine erfreuliche Weise bethätigt.

2) Einige Nachrichten über die im Bd. 68. S. 342 dieser Annalen erwähnte Gediegen-Eisenmasse;

von Hrn. Prof. G. Bischof zu Bonn (aus einem Briefe an d. H.)

Die am angeführten Orte von Chladni erwähnte Gediegen-Eisenmasse, welche bei Bitburg in der Eifel gefunden, und hierauf von einem Hüttenbesitzer angekauft worden, von der man aber seitdem nichts weiter gehört hat, — wurde von meinem verehrten Freunde und Collegen, Herrn Prof. Nöggerath, im verflossenen Herbste (1824) zwar wieder aufgefunden, aber leider im umgeschmolzenen Zustande. Dieser Hüttenbesitzer hatte sie nämlich verfrischen wollen, und zu dem Ende die ganze Masse zuerst im Frischfeuer eingeschmolzen. Als aber die Kuchen weiter verfrischt und unter den Hammer gebracht wurden, konnten sie nicht geschweifset werden, und es gelang durchaus nicht, Stabeisen daraus darzustellen. Der Eigenthümer liefs deswegen die Kuchen, zur Verhinderung von Unterschleif, und um sein Eisen im guten Ruf zu erhalten, in der Nähe des Frischhammers vergraben.

Merkwürdiger Weise erfuhren wir von dem Obersten Gibbs in dem American mineralogical Journal Vol. I. No. 18. p. 219, dafs diese *in Deutschland* gefundene Gediegen-Eisenmasse Nickel enthalte, woraus Hr. Chladni ihren unstreitig meteorischen Ursprung ableitete. Sehr angenehm war es mir daher, durch meinen erwähnten Freund in den Besitz eines Stücks dieser, freilich umgeschmolzenen, Eisenmasse gesetzt worden zu seyn, um durch eigene Untersuchung

von diesem Nickelgehalte mich überzeugen zu können. Vorläufig habe ich nur Nickel aufgefunden; ich werde aber nicht versäumen den anderen, bis jetzt im Meteoreisen entdeckten, Metallen weiter nachzuspüren.

---

3) Von Hrn. Dr. Gust. Seyffarth, Mitglied d. Oekon. Societ. zu Leipzig.

Gestern Abends am 9ten Juni d. J. wurde in Leipzig von mir und einer Gesellschaft genau 32½ Minuten nach 9 Uhr bei heiterem Himmel und Mondschein ein Feuermeteor gesehen. Wir bemerkten es zuerst 45 bis 50° über dem Horizonte, wie es schien, gerade nach dem Südpunkte hin, von wo es sich in mäsiger Geschwindigkeit nach Nord bewegte, bis es gegen 5° von dem Scheitelpunkte nach W zu hinter dem Rande des Daches verschwand. Sein Kern hatte etwa die doppelte Gröse des Jupiter in einem guten Telescope oder die dreifache einer Sternschnuppe erster Gröse, welchem ein 8 bis 12 mal so langer, spitzzulaufender Schweif folgte. Die Farbe des Kerns war mehr die des Weiss- als des Rothglühens, hingegen beim Schweife die letztere Nüance vorwaltete. Der Schweif schien wirklich aus Funken zu bestehen, daher das Meteor von einigen anfangs für eine Rackete gehalten wurde. Die umliegenden Gegenstände wurden durch diese sogenannte Feuerkugel, welche von allen bisher von mir beobachteten die kleinste war, nicht erleuchtet, was bei ihrem geringen Umfange

und der Helle des Abends nicht zu verwundern war; auch bemerkte man kein Raufchen bei dem Vorüberziehen und keine Explofion nach dem Verfchwinden derfelben. Den Weg von 45 bis 40° legte das Meteor in 1½ Sekunde zurück. Der Schweif der Feuerkugel bildete einen mit der Spitze nach Süden gerichteten Lichtkegel.



IX.

Ueber den Siedepunkt gesättigter Salzlösungen.

Herr T. Griffiths giebt im Journal of Science No. 35. S. 90 folgende Tafel über den Siedepunkt gesättigter Salzlösungen:

	Trocknes Salz in 100 Thl. der Lösung	Siedepunkt der Lösung
Essigsaures Natron	60	256° F.
Salpetersaures Natron	60	246
Weinsteinsaures Kali-Natron	90	240
Salpetersaures Kali	74	238
Salzsaures Ammoniak	50	236
Schwefelsaur. Nickel	65	235
Weinsteinsaur. Kali	68	234
Salzsaur. Natron	30	224
Salpetersaur. Strontian	53	224!
Schwefelsaur. Magnesia	57,5	222
Saures schwefelsaur. Kali	*	222
Borax	52,5	222
Phosphorsaur. Natron	*	222
Basisch kohlensaur. Natron	*	220
Salzsaur. Baryt	45	220
Schwefelsaur. Zink	45	220
Alaun	52	220
Kleesaur. Kali	40	220
- Ammoniak	29	218
Blausaur. Eisen-Kali	55	218
Chlorsaures Kali	40	218

	Trocknes Salz in 100 Thl. der Löſung	Siedepunkt der Löſung
Boraxſäure	*	218° F.
Schwefelſaures Kupfer-Kali	40	217
Schwefelſaur. Kupfer	45	216
Schwefelſaur. Eiſen	64	216
Salpeterſaur. Blei	52,5	216
Eſſigſaur. Blei	41,5	215
Schwefelſaur. Kali	17,5	215
Salpeterſaur. Baryt	26,5	214
Weinſtein	9,5	214
Eſſigſaur. Kupfer	16,5	214
Blauſaur. Queckſilber	35	214
Chlorqueckſilber	*	214
Schwefelſaures Natron	31,5	213

Das von Hrn. Griffiths angewandte Verfahren beſtand darin, daſs er Waſſer mit einem Ueberſchuſs von dem Salze in einem cylindriſchen Porcellangefäſse durch eine Argand'ſche Lampe zum Sieden brachte, und ein Thermometer *in die Löſung tauchte.* Das Barometer ſtand in den Tagen, als die Verſuche gemacht wurden, auf 30 Zoll engl. (?) Der Salzgehalt der ſiedenden Löſung wurde durch Verdampfung eines Theils derſelben zur Trockne beſtimmt, dieſe Beſtimmung aber bei den mit * bezeichneten unterlaſſen. Hr. G. bemerkt, daſs der Siedepunkt der Salzlöſungen nicht immer im geraden Verhältniſs ſteht zu der Menge des in derſelben vorhandenen Salzes, oder zu der Lösbarkeit des letzteren. Denn ſo ſiedet die Löſung des ſehr zerflieſslichen weinſteinſauren Kali bei 234°, und enthält alsdann 68 Theile des Salzes,

während die Lösung des an der Luft unverändert bleibenden Salmiaks beim Sieden nur 50 pr. C. von diesem aufnimmt und eine Temperatur von 236° F. erreicht. Die Lösung des Rochelle-Salzes (des weinsteinsauren Kali-Natrons) enthält im gesättigten Zustande 90 pr. C. von diesem, und siedet bei 240° während die des essigsauren Natrons nur einen Salzgehalt von 60 pr. C. besitzt und bei 256° ins Sieden geräth. Noch auffallender ist es, dass die gesättigte Lösung des schwefelsauren Natrons beim Sieden 31,5 pr. C. vom wasserfreien Salze enthält und dennoch ihr Siedepunkt nur einen Grad Fahrenheit höher liegt, als der des Wassers. Noch giebt Hr. G. den Siedepunkt gesättigter Lösungen folgender Salze näherungsweise an:

Von reinem Natron zu 420° F. (wobei aber die Thermometerkugel von der Lösung angegriffen ward); vom salpetersauren Ammoniak zu 360°; vom salpetersauren Kupfer zu 344°; vom Aetzkali zu 316°, und von der Kleesäure zu 234°. Endlich gedenkt er noch der (aber nicht unbekannten) Thatsache, dass der Siedepunkt einer gesättigten Lösung von kohlensaurem Ammoniak, die bei 180° F. anfängt zu kochen, sich in dem Maasse dem Siedepunkt des Wassers nähert, als das Salz verfliegt.

(Es wäre sehr wünschenswerth, dass diese von keiner theoretischen Ansicht unterstützten, und auch von Seiten der Genauigkeit Manches zu wünschen übrig lassende Versuche, Gelegenheit zu einer tieferen Untersuchung über diesen und andere verwandte Ge-

genstände geben möchten. Bei dem obigen Verfahren hängt der Siedepunkt der Salzlösungen, offenbar von dem Gesetze ab, nach welchem sich die Lösbarkeit des Salzes bei erhöhter Temperatur richtet. Die Aufsuchung eines Siedepunktes dieser Art, ist unstreitig bei vielen Salzlösungen, eine unbestimmte Aufgabe. *P.*)

ZU HALLE,

TOR DR. WINCKLER.

Zeit der Beob. Tg	St.	Barometr bei +10° R. pariser	Therm. Raum. im Schatten	Haar Hygr bei +10° R.	Wind	Wetter
1	8	332.‴36	5.°7	86.°05	SO. 1	vrThMgnb
	12	31. 57	1. 7	77. 3	sso. 1	verm
	2	31. 21	4. 0	73. 7	S. 1	schön
	6	30. 97	1. 4	92. 0	sso. 1	verm Abr
	10	30. 84	9. 2	94. 8	S. 1	trüb
						Thau
2	8	31. 96	8. 7	92. 8	ssw. 1	trüb Nbl
	12	32. 89	2. 2	80. 0	ssw. 5	trüb
	2	33. 03	2. 1	76. 2	S. 2	verm
	6	33. 11	0. 2	82. 5	S. 4	schön
	10	33. 29	0. 4	76. 4	ssw. 4	trüb
					4	Sturm
3	8	34. 76	7. 5	76. 1	ssw. 2	vrm Mrgr
	12	34. 90	9. 1	74. 1	SW. 5	trüb
	2	34. 97	8. 3	80. 2	ssw. 5	trüb
	6	35. 05	7. 4	78. 3	SW. 3	verm
	10	35. 24	5. 9	80. 6	SW. 3	heitr
4	8	35. 30	6. 5	80. 6	wsw. 2	vrm Mrgr
	12	35. 25	9. 2	69. 1	wsw. 2	trüb
	2	35. 12	9. 0	75. 8	SW. 3	trb Rgtrpf
	6	35. 73	8. 3	82. 2	ssw. 3	trüb
	10	35. 58	7. 7	82. 1	wsw. 3	trüb
						Thau
5	8	35. 68	5. 4	87. 1	SW. 1	trüb Nbl
	12	33. 01	9. 3	70. 6	SW. 2	trüb Nbl
	2	32. 82	9. 0	70. 7	wnw. 1	trüb
	6	32. 39	7. 2	79. 8	NW. 1	trüb
	10	32. 02	6. 3	84. 2	wnw. 2	trüb
						Regen
6	8	31. 14	3. 8	81. 7	NW. 1	trüb Rg
	12	30. 67	4. 9	75. 2	NW. 1	trüb
	2	30. 6.	5. 2	72. 9	NW. 2	trüb
	6	30. 17	4. 9	78. 5	nnw. 2	trüb
	10	30. 10	3. 9	78. 6	wnw. 3	trüb
7	8	30. 23	3. 5	74. 6	W. 3	vrm Mrgr
	12	30. 32	6. 2	64. 9	wsw. 3	schön
	2	30. 38	6. 0	68. 7	SW. 3	verm
	6	30. 38	4. 3	77. 5	wsw. 3	trüb
	10	30. 49	3. 8	78. 0	SW. 4	trüb
8	8	30. 45				
	12	30. 55				
	2	30. 19				
	6	30. 12				
	10	30. 15				

Therm.	Hygr.	Wind
+491.°1	3587.°05	SO
341. 1	3153. 38	SW
272. 6	3009. 61	SW
268. 2	2753. 90	SW
+1373 0	12503.92	SW

Thermometrograph Tag	Min. Nachts vorher	Max. Tags	Wasser-Stand der Saale
1	+ 5.°9	+17.°2	4′ 5″
2	7. 8	15. 5	4 6
3	9. 5	14. 8	4 6
4	8. 0	12. 0	4 5
5	9. 0	15. 7	4 6
6	9. 0	15. 1	4 6
7	6. 8	16. 3	4 6.5
8	9. 7	15. 9	4 6
9	6. 2	16. 4	4 5.5
10	9. 7	11. 5	4 5
11	7. 1	9. 2	4 6
12	6. 0	12. 8	4 6
13	5. 7	11. 2	4 6
14	2. 4	8. 8	4 6.5
15	2. 3	9. 7	4 6
16	2. 2	7. 0	4 6
17	1. 2	7. 0	4 6
18	0. 3	6. 8	4 6
19	1. 7	8. 8	4 5.5
20	4. 0	9. 3	4 5
21	6. 0	11. 4	4 5
22	0. 3	10. 1	4 5
23	0. 6	9. 9	4 5
24	8. 0	11. 4	4 4.5
25	4. 5	14. 3	4 4.2
26	7. 2	12. 9	4 4
27	6. 0	9. 6	4 4.5
28	5. 0	9. 4	4 4.5
29	5. 0	9. 6	4 4
30	3. 0	5. 8	4 4.5
31	+ 3. 0	+ 6. 7	4 7
Sma	163. 1	352. 1	138′ 0″
Mittl	+ 5.26	+11.33	4 5.1
	Min. + 0.°3	Max. +17.°2	
	grösste Veränd. 16.°9		

Uebersicht d Witterung Tage	Zahl
heiter	-
schön	4
verm	15
trüb	12
Nebel	15
Thau	7
Duft	3
Regen	10
Reif	1
Graupeln	1
windig	8
stürmisch	6
Nächte	
heiter	7
schön	2
verm	2
trüb	20
Nebel	1
Regen	4
windig	5
stürmisch	6
Mrgrth	17
Abrth	19

	Barom.		Therm.		Hygrom.	
Mittl	332.‴265	SW	+ 8.°86	SW	80.°67	SW
Max.	337. 782	wsw	+16. 4	SO	100.00	wsw
Min.	325. 890	sso	+ 1. 7	SW	48. 13	wsw
Vränd	11.‴892		14.°7		51. 87	

n g.

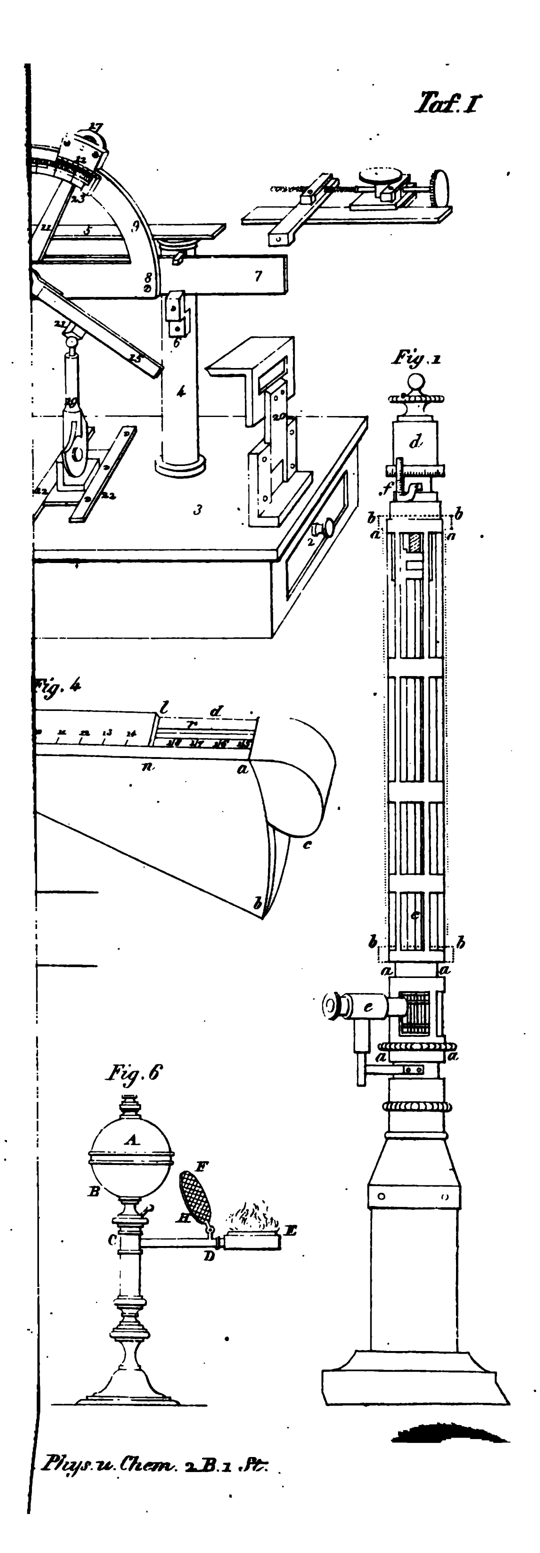
früh streifig, Tags klein gesond. auf heit. Grde, Mittgs rings Cum., Abds einige Cirr. Str., sonst, Spt-Abds ganz, heiter. Der Mond war heute in ähe. Am 19. früh düstre Cirr. Str. Massen, die nur oben einige heitre en; Mittgs wolk. Bed., Nchmittgs wieder Cirr. Str.; Abds heiter, Horiz. stet und später dünne gleiche Decke. Am 20. Morg. oben Schleier, rings Tags wolkig, Spt-Abds gleichf. bed. Am 21. wolk. Decke löset sich auf und von Abds ab, ist es heitr. Am 22. früh oben Cirr. Str. Schleier, Nebl, Tags oben heiter, Horiz. belegt; Abds W durch Cirr. Str. bed., Abds ganz, heiter. Heute, 9 U. 5' Morg. trat der Neu-Mond ein.

Am 23. wolkig und gleichf. Decke wechseln; um 11 früh und von 9½ Ncht, Reg. Am 24. gleiche Decke, Abds löset sie sich schnell durch Cirr. id von 8 ab ist der Himmel heiter. Am 25. Morg. Cirr. Str. oben geten dicht; Mittgs sind diese sehr verwaschen, Nchmittgs klein gesondert, und in grossen Massen, der Horiz. heiter und Spt-Abds herrscht weisser Am 26. wolk. Decke ist früh selten geöffnet; Tags dünn und gleichf., auf der Decke nach SW u. NW Cum. W Horiz. dagegen offen; Abds Str., oben heiter und später gleiche Decke. Am 27. der gestrige heftige le Nachts zum Sturm. Grosse Cirr. Str. Massen bilden Tags wolkige und ke, sind Abds wieder hergestellt und Spt-Abds ist es heiter. Am 28. früh und S unten heiter, oben Cirr. Str. auf heit. Grde, Tags wolk. und von leiche Decke. Am 29. wolk. Decke ist Nachmittgs gleich und lockere iehen drüber hin; Spät-Abds einz. Regtrpf. Um 6 U. 55' heute Abends, ond-Viertel.

Am 30. seit Nachts bis 9 Morg., Regen; gleiche Decke ist Mittgs wolkig; meist wolkig bed., in O u. N unten Cirr. Str. u. Cum. und drüber offne bds gleiche Decke, einz. Regtrpf., später weisser Cirr. Str. Schleier, hie tt ein Stern. Am 31. früh viel Cirr. Str.; Mittgs rings hohe Cum., oben , selten kl. Cirr. Str., Nachmittgs rings Cum. und O düstere Cirr. Str., ., später gleiche Decke und einz. Regtrpf.

---

des Monats: trübe, feucht, einige kalte Nächte ausgenommen, warm, Wind, bisweilen heftig, ist herrschend, doch brachte gelinder sso einen meterfall.


Taf. I
Fig. 1
Fig. 4
Fig. 6
Phys. u. Chem. 2 B. 1 St.



ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1824, EILFTES STÜCK.

I.

Ueber die Verbindung der Essigsäure mit dem Kupferoxyde;

von

J. J. Berzelius *).

Die Lehre von den basischen Salzen und den Verhältnissen, nach welchen sich in diesen die Säure mit der Basis vereinigt, ist für eine vollständige und genaue Kenntniss der Gesetze der chemischen Proportionen von der höchsten Wichtigkeit. In einer früheren Abhandlung habe ich das Verhältniss zu entwickeln gesucht, nach welchem die Menge der Basis in den basischen Salzen fortschreitet, und zugleich dargelegt, dass sich wenigstens in allen den Fällen, die innerhalb meiner Untersuchung lagen, die Multipla der Basis nach der Anzahl der Sauerstoff-Atome der Säure richten, so dass die Verbindung z. B. bei den-

*) Aus den Abhandl. d. K. Akad. der Wiss. zu Stockholm 1823, von F. Wöhler, Dr. M.

[illegible]igen Salzen, deren Säure 3 Atome Sauerstoff enthält, d. h. wo in den Neutralsalzen der Sauerstoff der Säure 3mal so viel beträgt, als der der Basis, nach ganz anderen Multiplen geschieht als bei denen, wo die Säure 2 oder 4 Atome Sauerstoff in sich schliesst. Bei den ersteren wird die Basis gewöhnlich ein Multiplum mit $1\frac{1}{2}$, 3 oder 6, bei den letzteren dagegen mit 2 oder 4. Daher kommt es auch, dass in den Salzen der Sauerstoff des einen Oxydes (d. h. der Säure oder Basis) das Multiplum einer ganzen Zahl vom Sauerstoff des andern ist. Spätere Versuche bewiesen aber, dass einige der Säuren, von denen die vollkommnen 5 und die sogenannten unvollkommnen 3 Atome Sauerstoff enthalten, sich nicht in einem solchen Verhältniss mit den Basen vereinigen, dass ihr Sauerstoffgehalt ein ganzes Vielfache vom Sauerstoffgehalt der Basen ist, sondern dass hier der Sauerstoff der Base 1, 2, 4 u. 6 Fünftel vom Sauerstoff der vollkommnen und 1, 2 u. 4 Drittel vom Sauerstoff der unvollkommnen Säure beträgt. Mehrere Umstände lassen vermuthen, dass in allen diesen sauren Körpern 2 Atome Radikal mit 3 Atomen Sauerstoff zur sogenannten unvollkommnen und mit 5 Atomen Sauerstoff zur vollkommnen Säure verbunden sind. Nimmt man nun an, dass bei der mechanischen Aneinanderlegung der einfachen Atome, einer der Atome des Radikals, um einen zusammengesetzten Atom zu bilden, dieselbe Lage einnimmt, welche ein Atom Sauerstoff würde eingenommen haben, falls die Säure aus einem Atome Sauerstoff mehr und einem Atome Radikal weniger bestände, so kann man sich eine Vorstellung machen, warum die unvollkommnen Säuren in ihren Verbin-

dungen mit Basen dieselben Multipla aufnehmen, als wenn sie 4 Atome, und die vollkommnen, als wenn sie 6 Atome Sauerstoff enthielten, so dass in den überbasischen Salzen der Sauerstoffgehalt der Base 1½ mal so groß als der der unvollkommnen, und 1½ mal so groß als der der vollkommnen Säure ist. Beispiele hiezu geben das überbasische salpetrigsaure und salpetersaure Bleioxyd. Wenn es bewiesen wäre, dass in den mit diesen Säuren erhaltenen Salzen der Sauerstoff der Base z. B. den 4ten oder 6ten Theil des Sauerstoffes der Säure betrüge, so ist klar, dass diess für sie eine ähnliche Ausnahme seyn würde, als wenn in den übrigen Salzen dieser Säuren der Sauerstoff des einen Bestandtheiles kein Multiplum einer ganzen Zahl von Sauerstoff des andern ausmachte.

Man kann nun fragen: findet eine solche Ausnahme Statt? Die so eben angeführten Regeln sind rein empirisch und sagen nur, dass das bisher Untersuchte sich so verhalte, aber wir kennen keinen Umstand, der dieses Verhältniss zur absoluten Nothwendigkeit machte. Findet man also eine Abweichung von den allgemein vorkommenden Verhältnissen, so verdient diese mit der größten Aufmerksamkeit und Genauigkeit untersucht zu werden, bevor man sie als Ausnahme betrachten darf. Eine solche nähere Untersuchung einer ähnlichen Ausnahme hat zu der gegenwärtigen Arbeit Veranlassung gegeben.

Rich. Phillips *) hat dasjenige basische essigsaure Kupfersalz untersucht, welches im Handel unter den Namen *Grünspan* vorkömmt, und gefunden,

*) Annals of Phil. New Series T. IV. p. 161.

dafs bei diesem der Sauerstoff der Essigsäure 1½ mal soviel betrage, als der des Kupferoxydes. Da diefs Verhältnifs dem oben genannten empirischen Gesetze für die mit Säuren verbundenem Körper widersprach, so unterwarf ich die Verbindungen der Essigsäure mit dieser Base einer näheren Untersuchung, und ich glaube, dafs das Resultat, zu welchem diese führte, nicht ohne Interesse seyn wird.

Bevor ich jedoch meine eignen Versuche anführe, will ich in der Kürze das erwähnen, was vor mir über diese Verbindungen bekannt war.

Chaptal bemühte sich den Unterschied aufzufinden, welchen der Grünspan aus der Gegend von Montpellier mit dem zeigt, der nach einem anderen Verfahren in Grenoble bereitet wird und in Farbe von dem ersteren abweicht. Er zerlegte beide durch trockne Destillation und fand, dafs eine Art mehr Kupfer als die andere enthalte, aber für das Verhältnifs der Bestandtheile des Grünspans blieb sein Versuch ohne Resultat.

Proust nahm eine gründlichere Untersuchung vor. Er fand, dafs in dem mit Essigsäure gesättigten Salze das Kupferoxyd 39 pr. C. betrage, aber die verhältnifsmäfsige Menge der Säure und des Krystallwassers konnte er nicht bestimmen. Den im Handel vorkommenden Grünspan sah er anfangs für ein Gemenge zweier verschiedener Salze an, von denen das eine in Wasser auflöslich, das andere aber unlöslich sey; er fand, dafs das erstere 0,56 und das letztere 0,44 vom Gewicht des Grünspans betrage, auch dafs das *unlösliche* Salz aus 63 pr. C. Oxyd und aus 37 pr. C.

Säure und Wasser bestehe. Späterhin änderte er jedoch seine Meinung über die Natur dieses Salzes, theils aus dem Grunde, weil es vom Wasser zersetzt wird, theils auch weil es mit Wasser gemengt in das man Kohlensäure leitet, zu neutralem essigsaurem und kohlensaurem Kupferoxyd zerfällt, theils endlich weil es beim Kochen mit Wasser schwarzes Kupferoxyd absetzt. Der letzte Umstand veranlaßte ihn, den Grünspan für eine Verbindung von neutralem kohlensaurem Kupferoxyd mit Kupferoxyd-Hydrat anzusehen, die beim Kochen zersetzt werde. Er fand darin 47 Theile neutrales Salz, 23 Thl. Kupferoxyd und 30 Th. Wasser, Quantitäten, die nahe mit den Resultaten späterer Analysen übereinstimmen.

Thomson berechnete, auf Proust's Versuche gestützt, die Zusammensetzung des neutralen essigsauren Kupferoxydes zu: Kupferoxyd 39,41, Essigsäure 25,12 und Wasser 35,47, und bemerkt in seinem Handbuche, daß er dieses Mischungsverhältniß als das wahre des Salzes ansehe.

Endlich hat R. Phillips diese Verbindung abermals einer näheren Untersuchung unterworfen und für die Zusammensetzung des neutralen Salzes gefunden: Kupferoxyd = 39,2; Essigsäure = 49,2 und Wasser = 11,6, wornach es also aus 1 Atom Kupferoxyd, 2 Atomen Essigsäure und 3 Atomen Wasser besteht *). Die Analyse gab ihm in verschiedenen Versuchen 38,9 bis 39,5 pr. C. Kupferoxyd. Um die Menge der Essigsäure zu bestimmen, zersetzte er das Salz mit Kalkhydrat, fällte die Auflösung mit kohlen-

*) a. a. O. Bd. 1. p. 418.

saurem Gas, kochte sie darauf zur Verjagung des überschüssigen Gases und schlug nun den essigsauren Kalk durch kohlensaures Kali nieder, worauf er dann aus der Menge des kohlensauren Kalkes die der Essigsäure berechnete. Hierauf untersuchte er eine ungewöhnliche reine Art von Grünspan auf dieselbe Weise, und erhielt Kupferoxyd 43,25, Essigsäure 28,3 und Wasser 28,45, welches nach Atomen betragen würde: 1 Atom Säure, 1 Atom Kupferoxyd und 6 Atomen Wasser. Als Phillips Grünspan mit Wasser zersetzte, fand er, dafs sich neutrales essigsaures Kupferoxyd darin auflöste (welches er Binacetate nennt) und dafs ein grünes Salz ungelöst zurückblieb, welches seiner Angabe nach aus 2 Atomen Kupferoxyd und 1 Atom Säure besteht, oder in wasserfreiem Zustande aus 0,7619 Kupferoxyd und 0,2381 Essigsäure. Was den schwarzen pulverförmigen Körper betrifft, so läfst er es unausgemacht, ob er Kupferoxyd sey oder ein noch mehr basisches Salz. In allen diesen Analysen von Phillips finden Abweichungen von der früher angeführten empirischen Regel Statt, da nach ihnen in dem neutralen Salze der Sauerstoff des Wassers 1½ mal so viel betrüge, als der des Kupferoxydes; im Grünspan der Sauerstoff der Säure 1½ mal so viel als der des Oxydes, und in dem basischen Salze, das durch Zersetzung des Grünspans mit Wasser entsteht, der Sauerstoff der Base ¾ mal so viel als der der Säure.

1. Neutrales essigsaures Kupferoxyd.

Ich habe angeführt, dafs Phillips den Wassergehalt dieses Salzes zu 3 Atomen auf 2 Atom Kupfer-

oxyd angiebt; diess rührt aber daher, dass er sich hinsichtlich des Atomengewichtes der Essigsäure verrechnet hat. Durch meine analytischen Versuche über diese Säure und einige ihrer Verbindungen mit Basen, betrachte ich es für ziemlich ausgemacht, dass sie 0,47 ihres Gewichtes an Sauerstoff enthält, und dass sie neutrale Salze mit einer Menge von Basis giebt, deren Sauerstoff ⅓ von dem der Säure ausmacht, d. i. $\frac{47}{3}$ = 15,666. Phillips fand in dem neutralen Oxydsalze 39,5 pr. C. Kupferoxyd, die zur Sättigung 51,17 Thl. Essigsäure erfordern; die übrigen 9,33 Thl. wären alsdann Wasser, welches so nahe als man erwarten kann, mit dem Falle übereinstimmt, dass der Sauerstoffgehalt des Kupferoxydes dem des Krystallwassers gleich sey, also das Salz nur 2 Atomen Wasser enthalte. Wäre dagegen der Sauerstoffgehalt des Wassers nach Phillips Berechnung 1½ mal so groß, als der des Kupferoxydes, so würde das Salz eine sehr verschiedene Zusammensetzung bekommen, wie Folgendes zeigt:

	mit 2 At. Wasser	Sauerstoff-Multipla	mit 3 At. Wasser	Sauerstoff-Multipla
Kupferoxyd	39,76	1	38,05	2
Essigsäure	51,22	3	49,00	3
Wasser	9,02	1	12,95	1½

Der Gehalt an Kupferoxyd bleibt offenbar immer derselbe, nach welcher Zusammensetzung auch das Salz berechnet wird. Um mich für den gegenwärtigen Fall nicht bloss auf meine älteren Versuche zu verlassen, nach denen die Zusammensetzung dieses Salzes in meinen chemischen Tabellen berechnet wurden und die in eine Zeit fielen, wo dieser Gegenstand noch nicht streitig war, so unternahm ich einen neuen

Versuch zur Bestimmung der Quantität des Kupferoxydes. Ich bediente mich hiezu der Krystalle eines Salzes, das seine Trockenheit nur durch langes Aufbewahren erhalten hatte. Hundert Theile dieses Salzes wurden in verdünnter Schwefelsäure aufgelöst, die Auflösung abgeraucht und der Ueberschuss der Schwefelsäure über einer Spirituslampe verjagt; es blieb schwefelsaures Kupferoxyd in kleinen glänzenden Körnern zurück, die 79 Thle wogen und bei wiederholter Erhitzung bis zum schwachen Glühen nichts weiter an Gewicht verloren. 79 Thle schwefelsaures Kupferoxyd entsprechen 39,29 Thl. Kupferoxyd, und man sieht, dass das Resultat noch besser mit der Rechnung übereinstimmen würde, wenn man das in den Krystallen, oft in nicht unbedeutender Menge, enthaltene Decrepitationswasser abzieht. Die Zusammensetzung, die ich in den chemischen Tabellen als Acetas cupricus c. aqua aufführte, ist folglich richtig.

2. Basische essigsaure Salze, die erhalten werden wenn man den Grünspan mit Wasser behandelt.

Der Grünspan schwillt im Wasser auf, und zergeht zu einem Teig, der aus einer Menge kleiner Krystallschuppen besteht; diese Krystalle verstopfen bald die Poren des Filtrum, so dass es schwer hält den unauflöslichen Theil völlig abzusondern; die abfiltrirte Flüssigkeit ist im concentrirten Zustande tief dunkelblau. Man kann viel Wasser zu wiederholten Malen mit Grünspan in Berührung bringen, ohne dass er dabei die Intensität seiner Farbe verliert, ein Beweis, dass das Wasser einen schwerlöslichen Körper auszieht. Dieser Umstand, so wie die blaue Farbe der

Flüſſigkeit zeigen ſchon, daſs die Flüſſigkeit nicht bloſs neutrales Salz enthalte, wie es Phillips angiebt. Wird die blaue Flüſſigkeit bis nahe zum Sieden erhitzt, ſo ſetzt ſie eine leberbraune flockige Materie ab, wird grün und enthält alsdann neutrales Salz. Verdunſtet man die blaue Flüſſigkeit bei einer ſo gelinden Wärme, daſs ſie nicht braun wird, welches im verdünnten Zuſtande leicht geſchieht, ſo ſetzt ſich an der Oberfläche der Flüſſigkeit da, wo dieſe die Wände der Schale berührt, eine unregelmäſsige blaue Salzmaſſe ab, die eine eigne pilzartige Vegetation bildet. Daſſelbe Salz entſteht an dem Rande des Filtrums als ein blauer moosartiger Auswuchs. Endlich bleibt nach Verdunſtung der Flüſſigkeit dieſe blaue Salzmaſſe mit Kryſtallen vom neutralen Salze gemengt zurück. Bei fortgeſetztem Ausſüſsen des unauflöslichen Theils des Grünſpans, läuft das Waſſer endlich farblos durch. Auf dem Filter bleibt ein blaues Pulver zurück, das ſich gewöhnlich in Berührung mit dem Papiere zu ſchwärzen anfängt.

Kaltes Waſſer zerſetzt alſo den Grünſpan in 3 verſchiedene Salze, nämlich in neutrales eſſigſaures Kupferoxyd, in ein auflöliches baſiſches und in ein unlöslich baſiſches Salz. Uebergieſst man Grünſpan mit warmem Waſſer in geringer Menge, ſo wird die Maſſe nicht ſchwarz, die Auflöſung iſt dunkelblau und enthält ſehr viel von dem auflöslichen baſiſchen Salze, das ſich beim Erkalten als eine unregelmäſsige blaue Maſſe ohne Spur von Kryſtalliſation abſetzt. Wird Grünſpan mit einer gröſseren Menge Waſſers gekocht, ſo wird es braun; je gröſser die Quantität des Waſſers war, um ſo geringere Hitze iſt dazu erforder-

lich, so dass es mit sehr vielem Wasser schon bei +40° eintritt. Es setzt sich dabei ein braunes überbasisches Salz ab und die Flüssigkeit enthält, wenn sie sehr verdünnt ist, freie Essigsäure und das neutrale Salz.

A. Das in Wasser auflösliche basische Salz

wird folgendermassen erhalten:

a) Eine Auflösung des Grünspans in reinem Wasser wird bei sehr gelinder Wärme verdampft, bis sich das Meiste von dem unauflöslichen Salze abgesetzt hat, und nun die mit dem abgeschiedenen Salze vermengte Flüssigkeit so weit erhitzt, dass sich sowohl das neutrale als auch das basische Salz wieder auflöset. Hierauf wird Alkohol hinzugethan, worauf die Flüssigkeit nach einer Weile gelatinirt, indem sie kleine Krystalle absetzt; diese bringt man auf ein Filter von Cambrik und wäscht sie mit Spiritus aus; im trocknen Zustande haben die Krystalle eine bläuliche Farbe.

b) Eine Auflösung von neutralem essigsauren Kupferoxyde in kochendem Wasser wird so lange mit kaustischem Ammoniak versetzt, bis sich der entstandene Niederschlag wieder aufgelöst hat, darauf filtrirt und zum Abkühlen hingestellt. Hiebei setzt sich das Salz als unkrystallisirte Masse ab. Aus der erkalteten Flüssigkeit fällt Weingeist noch viel von demselben, in Gestalt kleiner unregelmässiger Krystallschuppen. Das erhaltene Salz wird mit Alkohol gewaschen um es von anhängendem neutralen Salze zu befreien. Mit kaustischem Kali entwickelt es keine Spur von Ammoniak. Wenn bei der Darstellung dieses Salzes die Auflösung zu sehr verdünnt ist, so wird sie sowohl

beim Abdampfen als auch beim Vermischen mit Alkohol zersetzt und zwar zu neutralem Salze, welches aufgelöst bleibt, und zu unauflöslichem basischem Salze, welches niederfällt und alsdann nicht von dem durch Alkohol gefällten auflöslichen unterschieden werden kann.

Als das auf eine dieser Arten bereitete Salz zu Pulver zerrieben, einige Stunden lang einer Wärme von + 60° ausgesetzt wurde, verlor es in verschiedenen Versuchen 9,5, 10 bis 10,3 pr. C. an Gewicht, und seine Farbe ging dabei etwas ins Grüne über. Das getrocknete Salz ward mit Barythydrat und Wasser gemengt, eine Weile damit gekocht, darauf filtrirt und das Kupferoxyd gewaschen. Die abgelaufene Flüssigkeit, die Baryt in Ueberschufs enthielt, wurde durch einen Strom von kohlensaurem Gas gefällt und die Flüssigkeit alsdann zur Trockne verdampft. Durch Auflösen des essigsauren Barytes in Wasser wurde der kohlensaure Baryt abgeschieden. Ersterer gab mit Schwefelsäure 0,84 vom Gewichte des Salzes an schwefelsaurem Baryt, entsprechend 0,368 Essigsäure. Das Kupferoxyd wurde vom Filter durch einen Ueberschufs von Salzsäure aufgelöst. In die filtrirte und zum Kochen erhitzte Auflösung ward zur Abscheidung des Kupfers ein Stück reines Eisenblech gesenkt. Das erhaltene metallische Kupfer ward wohl ausgewaschen, getrocknet und in einen kleinen dazu eingerichteten Apparat gebracht, worin es zuerst in einem Strom von atmosphärischer Luft und dann in einem Strom von Wasserstoffgas geglüht wurde, ersteres um die vom Eisen zurückgelassene Kohle völlig zu verbrennen, letzteres um das oxydirte Kupfer zu

reduciren. Auf diese Art wurden 0,3455 vom Gewichte des Salzes an metallischem Kupfer erhalten, welches 0,4319 Kupferoxyd entspricht. In anderen Versuchen wurden 0,866 bis 0,868 vom Gewichte des Salzes an schwefelsaurem Kupferoxyd erhalten, und dieſs giebt ein gleiches Resultat. Das Gewicht des Kupferoxydes und der Essigsäure betragen zusammen 0,7999 vom Gewichte des Salzes; 0,10 hatte dieses bei + 60° verloren, folglich waren noch 0,1001 Wasser im Salze zurückgeblieben, und daraus sieht man, daſs dasselbe in der Wärme die Hälfte seines Krystallwassers verliert. 43,19 Th. Kupferoxyd enthalten 8,71 Th. Sauerstoff, und 36,8 Th. Essigsäure von demselben 17,3, d. h. noch einmal soviel als das Kupferoxyd, denn 8,71 × 2 = 17,42. Der Sauerstoff des Wassers beider Portionen beträgt zusammen = 17,78, also die Hälfte davon = 8,89, etwas mehr als der Sauerstoff-Gehalt des Oxydes, welcher geringe Ueberschuſs gewiſs von hygroscopischem Wasser herrührt. Das in der Hitze getrocknete Salz besteht folglich aus 3 At. Kupferoxyd, 4 At. Essigsäure, und 6 At. Wasser. Der ganze Wasser-Gehalt desselben beträgt 12 Atome, und seine Bestandtheile sind demnach:

	gefunden	berechnet	Atome	Sauerstoff-Multipla
Kupferoxyd	43,19	43,24	3	1
Essigsäure	36,80	37,14	4	2
Wasser	20,01	19,62	12	2

B. Das in Wasser unlösliche basische Salz.

Es wird aus dem Grünspan auf die Art erhalten, daſs man ihn in Wasser aufschwellen läſst, und alsdann durch grobe Leinwand filtrirt, welche die klei-

nen Kryſtalle hindurchläſst, die fremden Unreinigkeiten aber zurückbehält. Die Flüſſigkeit wird hierauf durch Cambrik filtrirt und ſo von den Kryſtallſchuppen abgeſchieden. Letztere werden wohl ausgepreſst, zuerſt einige Mal mit Waſſer und dann auf Papier mit Weingeiſt ausgewaſchen. Auf dieſe Art erhält man eine Maſſe, die aus kleinen hellblauen glänzenden Schuppen beſteht, und deren Farbe blauer und reiner iſt als die des vorhergehenden auflöslichen Salzes. Bei + 100° getrocknet, verlieren ſie nur eine geringe Quantität hygroskopiſchen Waſſers, und verändern ihr Ausſehen nicht. In Waſſer ſchwellen ſie wieder zu einer kleiſterartigen Maſſe auf, ähnlich wie der Grünſpan.

In einem gewägten Porzellantiegel verbrannt, hinterlieſs dieſes Salz 0,6425 ſeines Gewichtes an Kupferoxyd. Dieſe Verbrennung kann man nur mit harten Maſſen dieſes baſiſchen Salzes vornehmen, und man muſs dabei den Tiegel ſo lange bedeckt erhalten, bis die Säure verjagt iſt, weil die Maſſe ſonſt mit kleinen Detonationen verbrennt, und Kupferoxyd mechaniſch vom Gaſe fortgeriſſen wird. In einem andern Verſuche, wo das Salz mit Schwefelſäure geſättigt, der Ueberſchuſs verdampft, und die Maſſe gelinde geglüht wurde, ergaben ſich 1,294 Theile vom Gewichte des Salzes an ſchwefelſaurem Kupferoxyd. Dieſem entſprechen 0,6436 Kupferoxyd. Eine andere Portion deſſelben Salzes durch Baryt-Hydrat auf die nämliche Art wie das vorhergehende Salz zerſetzt, lieferte 0,65 vom Gewicht des Salzes an ſchwefelſaurem Baryt, entſprechend 0,276 Eſſigſäure; für Waſſer bleibt dann 0,0804. Der Sauerſtoff des Kupferoxydes iſt 12,95

der der Essigsäure 12,97, und der des Wassers 7,15; folglich enthalten Säure und Base gleiche Mengen Sauerstoff und das Wasser halb soviel als jede derselben. Das Mischungs-Verhältniss dieses Salzes ist also:

	gefunden	berechnet	Atome	Sauerstoff-Multipla
Kupferoxyd	64,36	64,82	3	2
Essigsäure	27,60	27,83	2	2
Wasser	8,04	7,35	3	1

Enthielte das Salz 4 Atome Wasser, in welchem Falle man es als aus 1 Atom neutralem wasserfreien Salze mit 2 At. Kupferoxyd-Hydrat zusammengesetzt betrachten könnte, so würde das Kupferoxyd nur 63,27 pr. C. betragen; aber ich habe sowohl mit dem auf diese, als auch mit dem auf andere Weise bereiteten Salze bei der Analyse stets mehr als 64 pr. C. Kupferoxyd erhalten. Ich führe diess deshalb an, weil ich anfangs glaubte, dass die Verschiedenheiten der Farbe, welche dieses Salz zeigt, von einer Verschiedenheit seiner chemischen Beschaffenheit herrühre, nach welcher die blaue Art eine solche Verbindung mit Kupfer-Hydrat darstellte, dagegen die grüne Varietät das gewöhnliche basische Salz sey. Aber die Versuche schienen diese Vermuthung nicht zu bekräftigen. —

Wird eine kochende Auflösung von essigsaurem Kupferoxyd mit kaustischem Ammoniak vermischt, bis sich der Niederschlag wieder aufgelöst hat, und die Auflösung alsdann eine Zeitlang in einer Temperatur von +60° erhalten, so setzt sich ein blaues krystallinisches Salz ab, welches von gleicher Zusammensetzung wie das vorhergehende ist. Lässt man darauf

die Flüſſigkeit erkalten, ſo kryſtalliſirt neutrales Salz heraus und es ſetzt ſich das auflösliche baſiſche als eine zuſammenhängende ſchwammige nicht kryſtalliniſche Maſſe ab.

Wenn eine Auflöſung des neutralen Salzes in der Kälte durch Ammoniak mit der Vorſicht gefällt wird, daſs ſich nicht alle Eſſigſäure mit Ammoniak vereinigt, ſo erhält man eine grüne Gallerte, die bei dem Auswaſchen hellblau wird, aber nicht im Mindeſten kryſtalliniſch iſt. Sie muſs zuletzt mit Weingeiſt ausgewaſchen werden, damit ſie ſich nicht ſchwärzt. Sie ſchwillt nicht mehr im Waſſer auf, was den kleinen Kryſtall-Schuppen eigenthümlich zu ſeyn ſcheint. Die Analyſe bewies, daſs es dieſelbe Verbindung wie die zuletzt analyſirte war.

Dieſes baſiſche Salz habe ich auch auf andere Arten erhalten; als ich z. B. eine Auflöſung von neutralem eſſigſauren Kupferoxyd mit Kupferoxyd-Hydrat macerirte, verwandelte ſich dieſes nach einigen Stunden in eine hellgrüne, ſchwere, pulverförmige Maſſe, die aus der Flüſſigkeit genommen und ausgewaſchen eine grüne Farbe beſaſs. Wenn einer concentrirten kochenden Auflöſung von eſſigſaurem Kupferoxyd kauſtiſches Ammoniak mit der Vorſicht hinzugeſetzt wird, daſs kein Ueberſchuſs von Alkali entſteht, ſo erhält man einen ſchweren, körnigen Niederſchlag von ſchmutziger graugrüner Farbe, der ſich leicht auswaſchen läſst. Unter dem Vergröſserungsglas erſcheint dieſes Pulver als durchſichtige cubiſche an den Ecken abgerundete Kryſtalle. Beim Erhitzen decrepitiren die Körner. — Alle dieſe verſchiedenen Varietäten mit Schwefelſäure behandelt, lieferten von

100 Th. des getrockneten Salzes, 129,4 Th. an schwefelsaurem Kupferoxyd, und sind folglich alle ein und dasselbe basische essigsaure Salz.

Es ist diess daher diejenige Verbindung, die sich von allen andern basischen Salzen aus Essigsäure und Kupferoxyd am leichtesten bildet, und die gröfste Beständigkeit besitzt. Die Essigsäure ist in derselben mit 3 mal soviel Basis als in dem neutralen Salze verbunden. Da bei diesem Salze der Sauerstoff des Krystallwassers nur die Hälfte von dem des Kupferoxydes ausmacht, so versuchte ich ein solches dadurch hervorzubringen, dafs ich basisch schwefelsaures Kupferoxyd mit essigsaurem Natron digerirte; aber es wurde keine bemerkbare Zersetzung hervorgebracht.

Durch die Analyse dieser drei Salze haben wir nun gefunden, dafs die Verbindung der Essigsäure mit Kupferoxyd nach den für die Säuren mit 3 Atomen Sauerstoff gewöhnlichen Multiplen der Base mit 1, 1,5, 3 vor sich gehen; was kann nun der Grünspan seyn?

3. Grünspan.

Der Grünspan kommt im Handel von verschiedenem Aeufseren vor; er ist bisweilen grün, bisweilen blaugrün und oft schön hellblau. Er ist in Essigsäure auflöslich ohne etwas anderes als mechanisch eingemengte Unreinigkeiten zurückzulassen; oft hinterläfst er Kupferoxydul und bisweilen in bedeutender Menge. — Im Allgemeinen kann man zwei Hauptvarietäten unterscheiden, deren Farbe sich am Besten im gepulverten Zustande beurtheilen läfst. Welche Verschiedenheiten in der Bereitungsart die-

ſen Unterſchied hervorbringen, habe ich nicht erfahren können; denn das Material zu meiner Unterſuchung erhielt ich von Handlungshäuſern, die den Ort der Fabrikation nicht anzugeben wuſsten. Ich wählte daher zu dieſen Unterſuchungen die grünſte und die am reinſten blaue Art, welche ich erhalten konnte.

1. *Die grüne Art.* Das an der Luft getrocknete Pulver hinterlieſs beim Verbrennen 44 bis 44,6 pr. C. Kupferoxyd. Nach dem Trocknen bei + 60° blieben 49 bis 50 pr. C. zurück. — Mit Barythydrat analyſirt gab das getrocknete Pulver 0,8333 ſchwefelſauren Baryt, und durch die Ausſcheidung des Kupfers auf die oben beſchriebene Weiſe 0,4986 Kupferoxyd. Der bei + 60° getrocknete Grünſpan beſteht alſo aus:

Kupferoxyd	49,86	enthält Sauerſtoff	10,07
Eſſigſäure	36,66	- - -	17,23
Waſſer	13,48	- - -	11,88

Dem hier angeführten Waſſer-Gehalt ſind, auſser dem Verluſt, auch die Unreinigkeiten hinzugerechnet, welche zu fein zertheilt waren, als daſs ſie hätten abgeſchieden werden können. — Das Reſultat zeigt deutlich, daſs die Maſſe ein mechaniſches Gemenge war, in welchem das in Waſſer auflösliche baſiſche Salz einen Hauptbeſtandtheil ausmachte. Da dieſes Salz durch das Trocknen bei + 60° die Hälfte ſeines Waſſer-Gehaltes verliert, ſo findet man darin eine neue Bekräftigung für die Gegenwart des in Waſſer auflöslichen baſiſchen Salzes, daſs dieſe Art Grünſpan beim Trocknen bei + 60° ungefähr $\frac{1}{10}$ ſeines Gewichtes verliert.

2. *Die blaue Art.* Ich bekam davon eine ausgezeichnet reine Probe, die sich unter dem Vergrösserungsglase nur als aus kleinen glänzenden blauen Krystallschuppen bestehend zeigte, die auf einander sassen. Sie gab ein Pulver von sehr schöner und rein blauer Farbe, ähnlich der, welche von dem gepulverten blauen kohlensauren Kupfer erhalten wird. Durch Baryt-Hydrat und durch Ausfällung des Kupfers in metallischer Form analysirt, so wie es zuvor angeführt ist, wurden von 100 Th. an der Luft bei + 20° getrockneten Grünspans erhalten:

Kupferoxyd	43,34	enthält Sauerstoff	8,74	Atome	1
Essigsäure	27,45	- - -	12,90	-	1
Wasser	29,21	- - -	25,97	-	6

Dieses Resultat stimmt also mit dem von Phillips gefundenen überein, und beweist, dass in dem blauen Grünspan der Sauerstoff der Essigsäure 1½ mal, und der Sauerstoff des Wassers 3mal soviel beträgt wie der der Base. Die Ausnahme von dem empirischen Gesetze findet folglich bei dieser Verbindung wirklich Statt. So lange sie aber allein dasteht, ist es nicht leicht zu entscheiden, ob das Salz wirklich eine von der Regel abweichende Zusammensetzung besitzt, oder ob seine Bestandtheile nur als auf eine mehr verwickelte Art zusammengetreten angesehen werden müssen und dennoch mit der Regel übereinstimmen.

Ohne ein entschiedenes Gewicht darauf legen zu wollen, werde ich hier anführen, auf welche Art ich versuchte diese Erscheinung zu erklären. Ich trocknete gepulverten blauen Grünspan bei + 100° im Wasserbade, so lange er am Gewichte verlor, worauf

0,7655 zurückblieben. Das Pulver war zusammengefallen, sein Volumen sehr verringert, und seine Farbe schön grün geworden. Diese 76,55 pr. C. vom Gewichte des Salzes bestehen, nach dem was ich schon anführte, aus:

Kupferoxyd	43,34	enthält Sauerstoff	8,74
Essigsäure	27,45	- - -	12,90
Wasser	5,76	- - -	5,12

Der Sauerstoff des Wassers steht darin in einem bestimmten Verhältnisse zu den des Kupferoxydes; setzen wir aber voraus, der blaue Grünspan verwandle sich beim Entweichen des Wassers in neutrales Salz und in dasjenige basische, bei welchem die Säure von 5mal soviel Basis gesättigt ist als bei dem neutralen, beide mit dem gewöhnlichen Gehalte an Krystallwasser versehen, so besteht das Gemenge aus einem Atome des einen und einem Atome des andern, nämlich aus:

$$\ddot{Cu}\,\overline{A}^2 + 2\,Aq$$

$$\ddot{Cu}^3\,\overline{A}^2 + 3\,Aq$$

d. h. das Kupferoxyd darin enthält 8 At. Sauerstoff, und das Wasser 5; aber nun ist $8 : 5 = 8{,}74 : 5{,}46$. Daſs der Wasser-Gehalt etwas zu geringe ausgefallen ist, kommt wahrscheinlich daher, daſs jeder Grünspan etwas von dem unauflöslichen basischen Salz enthält, und die Berechnung einen vollkommen reinen Grünspan voraussetzt. Es ist also ziemlich klar, daſs schon eine Temperatur von + 60°, ohne Mitwirkung des Wassers, den Grünspan in 1 Atom neutrales und 1 At. basisches Salz zersetzt. Wir haben ferner gesehen, daſs sowohl kaltes als warmes Wasser dieselbe

Veränderung hervorbringen, es beruht also diese Verbindung auf ganz schwacher Verwandtschaft ihrer Bestandtheile unter sich.

Mein erster Gedanke war, dass bei der Bereitung dieses Präparates der Zutritt des Sauerstoffs so beschränkt werde, dass er nur zur Bildung von essigsaurem Kupferoxydul ($\dot{Cu}\ \overline{A}$) hinreiche und dass dieses alsdann, an der Luft oxydirt, ein Oxyd-Salz bilden würde. Bei diesem Vorgange, welcher dem ähnlich ist, den man in der Mineralogie Epigénie nennt, könnte das schon feste Oxydul-Salz oxydirt, und die Bestandtheile mechanisch in Proportionen zusammengehalten werden, wie es bei der freien Beweglichkeit jener nicht stattfinden kann. Ich habe gefunden, dass wenn Grünspan in Destillations-Gefässen nach und nach erhitzt wird, man bei einer gewissen Periode einen weissen Sublimat erhält, der bisweilen die Kugel der Retorte mit einer leichten wolleartigen Krystallisation ausfüllt. Dieses Sublimat ist wasserfreies essigsaures Kupferoxydul ($\dot{Cu}\ \overline{A}$). Ich setzte es Versuchsweise der feuchten Luft aus, um dadurch Base und Säure auf die Art wie im Grünspan ($\ddot{Cu}\ \overline{A}$) vereinigt zu erhalten, aber es veränderte sich nicht. Durch Wasser wird es zersetzt, es scheidet sich Kupferoxydul-Hydrat als ein gelbes Pulver ab, und neutrales Oxydsalz löst sich in dem Maasse auf, als das Oxydulsalz an der Luft Sauerstoff anzieht. — Ich schichtete hierauf reine Kupferplatten, die mit einem Teige aus neutralem essigsauren Kupferoxyde und Wasser belegt waren, auf einander und liess sie so

zwei Monate lang in einer Luft ſtehen, die zuweilen gewechſelt aber ſtets bis zum Maximum feucht gehalten wurde. Nach Verlauf dieſer Zeit waren die Platten mit einer Kruſte kleiner ſeidenartig glänzender blauer Kryſtalle von Grünſpan bedeckt, die, abgenommen und an der Luft getrocknet, vollkommen daſſelbe analytiſche Reſultat wie der im Handel vorkommende Grünſpan gaben. Es wird dadurch die Idee eine Epigenie völlig widerlegt, und es geht daraus hervor, daſs das Kupfer in Verbindung mit Sauerſtoff und Waſſer ſich mit dem neutralen Salze vereinige. — Dadurch wurde mir nun Prouſt's Idee wahrſcheinlicher, den Grünſpan als eine Verbindung des neutralen Salzes mit Kupferoxydhydrat und Kryſtallwaſſer zu betrachten. Ich ſuchte ſchon früher zu beweiſen, daſs das blaue kohlenſaure Kupfer (Kupferlaſur) aus 1 At. Kupferoxydhydrat und 2 At. neutralem kohlenſauren Kupfer beſtehe, und daſs der künſtliche kohlenſaure Zink und die Magneſia alba ähnliche Verbindungen von Hydrat mit Carbonat ſeyen *). Kürzlich fand ein engliſcher Naturforſcher **) ein blaues kryſtalliſirtes Mineral, das aus 1 Atom ſchwefelſaurem Bleioxyde und 1 At. Kupferoxydhydrat zuſammengeſetzt war. ($\ddot{Cu}\,Aq^2 + \ddot{Pb}\,\dddot{S}^2$). Wäre es wohl weniger möglich, daſs ſich Kupferoxydhydrat unter günſtigen Umſtänden mit eſſigſaurem Kupferoxyde verbände? Man würde einwenden können, die Menge des Waſſers ſey gröſser als zur Bildung des

*) Afhandl. i Fyſik etc. VI. 12 u. f.

**) Brooke, Annals of Philoſophy, Aug. 1822. p. 118.

Hydrates nöthig ist; aber eben so verhält es sich auch mit den eben angeführten Zink- und Talkerde-Verbindungen, und es kann als keine Ungereimtheit betrachtet werden, wenn man den Ueberschuss für das Krystallwasser der doppelten Verbindung ansieht. In diesem Falle wäre die Formel für den Grünspan nicht $\ddot{Cu}\,\overline{A} + 6\,Aq$, sondern $\ddot{Cu}\,\overline{A}^2 + \ddot{Cu}\,Aq^{12}$ *). Man würde noch hinzusetzen können, dass wenn die Verbindung nach der ersten einfachen Formel zusammengesetzt sey, man keine so grosse Beweglichkeit ihrer Bestandtheile erwarten dürfe, zufolge welcher sie durch die geringste Kraft in andere Verhältnisse zusammentreten.

4. Das schwarze basische essigsaure Kupferoxyd.

Wenn eine verdünnte Auflösung des löslichen basischen Salzes erhitzt wird, so fällt eine flockige leberbraune Materie nieder, die auf das Filter gebracht nach dem Auswaschen und Trocknen schwarz wird und stark abfärbt. Sie geht leicht durch das Filter und macht die Flüssigkeit trübe sobald sie anfängt ausgewaschen zu seyn. Man kann das Auswaschen so lange fortsetzen wie man will; die Flüssigkeit enthält dessen ungeachtet immer etwas von dem durchgegangenen Körper, und verdunstet man sie, so bleibt auf dem Glase eine dünne durchscheinende farblose Haut

*) Ich halte es nicht für unwahrscheinlich, dass es Verbindungen mit noch mehr Kupferoxydhydrat gebe, denn ich fand auf dem von mir bereiteten Grünspan Flecken von einer tiefen und reinen dunkelblauen Farbe, die jedoch für eine Untersuchung in nicht hinreichender Menge vorhanden waren.

zurück, die einem Ueberzug von Firniſs ähnlich iſt. Dieſe rührt von der Auflöſung des braunen Körpers in Waſſer her.

Wird zur Bereitung dieſes Körpers der Grünſpan, oder das unauflösliche baſiſche Salz mit Waſſer gekocht, ſo iſt die durchlaufende Flüſſigkeit leichter klar zu erhalten, aber der Niederſchlag enthält alsdann beſtändig einen Antheil von dem unauflöslichen grünen Salze, der nicht zerſetzt ward.

100 Th. dieſes ſchwarzen baſiſchen und bei + 65° getrockneten Salzes durch Barythydrat und durch Ausfällung des Kupfers mit Eiſen analyſirt, lieferten 5,6 bis 5,7 Theile ſchwefelſauren Baryts und 91,6 bis 92,5 Kupferoxyd. In einem andern Verſuche mit Schwefelſäure zerſetzt, wurden 183,95 Th. ſchwefelſauren Kupferoxyds = 91,46 Kupferoxyd erhalten. Die Mittelzahl davon iſt 92 pr. C. Kupferoxyd, deſſen Sauerſtoff = 18,55. 5,6 ſchwefelſaurer Baryt entſprechen 2,45 Eſſigſäure, deren Sauerſtoff gleich 1,151 iſt; aber 1,151 × 16 = 18,416. Für das Waſſer bleibt 5,55, deſſen Sauerſtoff 4,934 iſt, welche wieder ein wenig mehr iſt als das 4fache des Sauerſtoffs der Eſſigſäure, oder etwas mehr als ¼ des im Kupferoxyde vorhandenen. Dieſes Salz beſteht daher aus

	gefunden	berechnet	Atome
Kupferoxyd	92,00 . .	92,30 . . .	24
Eſſigſäure	2,45 . .	2,44 . . .	1
Waſſer	5,55 . .	5,26 . . .	12

Folgendes iſt ſummariſch das Reſultat der hier aufgeführten Unterſuchungen:

1. die Eſſigſäure kann ſich mit Kupferoxyd in folgenden Verhältniſſen verbinden, als

1.	Neutrales essigsaures Kupferoxyd	$= \ddot{Cu}\,\overline{A}^2 + 2\,Aq$
2.	Blauer Grünspan	$= \ddot{Cu}\,\overline{A} + 6\,Aq$
3.	Auflösliches basisches Salz	$= \dot{Cu}^3\,\overline{A}^4 + 12\,Aq$
4.	Unauflösliches basisches Salz	$= \ddot{Cu}^3\,\overline{A}^2 + 3\,Aq$
5.	Schwarzes oder braunes basisches Salz	$= \ddot{Cu}^{24}\,\overline{A} + 12\,Aq$

Wird die Quantität der Base in dem neutralen Salze als Einheit angenommen, so multiplicirt sich die Menge der Base gegen dieselbe Quantität Säure mit 1½, 2, 3 und 24. In dem ersten Salze nimmt die Base doppelt so viel Säure auf wie in dem zweiten, und in dem dritten doppelt so viel wie in dem vierten.

2. Von allen diesen hat das zweite Salz die einfachste Zusammensetzung, und besteht, dem Gewichte der Bestandtheile nach, aus der kleinsten Anzahl einfacher Atome; aber ungeachtet der scheinbaren Einfachheit dieser Verbindung, ist sie dennoch die am wenigsten beständige.

Bei + 60° Wärme wird dieses Salz unter Verlust eines Theiles seines chemisch gebundenen Wassers zu einem Atom des ersten, und zu einem Atom des vierten Salzes zersetzt; durch eine hinlängliche Quantität kalten Wassers hingegen zu einem Atom des ersten, zu einem Atom des dritten, und zu 2 At. des vierten Salzes; endlich zerfällt es durch eine hinreichende Menge kochenden Wassers in eine grosse Anzahl Atome des ersten Salzes und in einige des fünften. Diese Umstände, verbunden mit dem, daſs in diesem Salze der Sauerstoffgehalt der Säure von dem der Base kein Multiplum mit einer ganzen Zahl ist, sondern mit 1½, machen es wahrscheinlich, daſs der blaue Grünspan keine so einfache Zusammensetzung habe wie es die zuvor gegebene Formel andeutet, sondern daſs es eine Verbindung des ersten Salzes mit Kupferoxydhydrat und Krystallwasser sey. Die Formel für ihn wäre deshalb $\ddot{Cu}\,\overline{A}^2 + \ddot{Cu}\,Aq^2 + 10\,Aq$, in welcher durch das letzte Glied das Krystallwasser von dem Wasser unterschieden ist, welches sich gegen das Kupferoxyd wie eine Säure verhält.

II.

Kann das menſchliche Auge überhaupt und in welchem Grade der Deutlichkeit unter dem Waſſer ſehen? *)

vom

Hrn. Hofrath Munke, Prof. der Phyſik zu Heidelberg.

Bei der neuen Bearbeitung des Gehlerſchen Wörterbuches der Phyſik muſste dieſe Frage, welche vor einigen Jahren Gegenſtand mehrerer Discuſſionen war, nothwendig zur Unterſuchung kommen, und ich nahm mir daher vor, ſie ſo weit wie möglich beſtimmt zu beantworten, um ſo mehr, als die bisher bekannten Erfahrungen und darauf geſtützten Behauptungen einander ſcheinbar widerſprechen, indem einige eben ſo beſtimmt die Möglichkeit des Sehens unter Waſſer annehmen, als andere dieſelbe verneinen.

Die nächſte Veranlaſſung zu der eben erwähnten Unterſuchung dieſer Frage hat dasjenige gegeben, was in dieſen Annalen **) über dieſelbe mitgetheilt iſt, und auſser welchem ich den Gegenſtand im Verhältniſs gegen die Ausführlichkeit verwandter Unterſuchungen kaum erwähnt finde. Am früheſten hat der

*) Vorgeleſen in der Geſellſchaft für Naturwiſſenſchaft und Heilkunde zu Heidelberg.

**) Bd. XXXIV. p. 34; 36; 43; 59. Bd. XXXVI. p. 875.

gelehrte und scharfsinnige Huygens *) die Frage aufgeworfen, und auf eine eigenthümliche Weise kurz, im Ganzen aber sehr genügend beantwortet. Er sagt nämlich, dass durch das Wasser diejenige Brechung des Lichtes wegfalle, welche dasselbe beim Eintritt in die wässerige Feuchtigkeit des Auges erleide, weil das Brechungsvermögen beider, des Wassers und der wässerigen Feuchtigkeit im Auge gleich sey (den Einfluss der Cornea als unbedeutend vernachlässigt). Hiernach müsse diese also durch ein Glas ersetzt werden, welches mit der Cornea gleiche Krümmung habe, also durch eine biconvexe Linse von 0,3 Z. Brennweite, durch welche Taucher unter Wasser sehen würden. Uebrigens sey das Sehen unter Wasser nicht anders, als wenn ein sehr alter Mann (welches so viel ist als ein sehr weitsichtiger) durch ein nahe vor das Auge gehaltenes starkes Hohlglas sehen wollte. Smith **), indem er von gleichen Grundsätzen ausgeht, giebt eine richtigere Anweisung. Er sagt nämlich: das Licht werde, aus der Luft in das Auge fallend, durch die wässerige Feuchtigkeit in einen hinter der Retina liegenden Brennpunkt vereinigt, und dass das Bild die Retina erreiche, sey dann eine Folge der abermaligen Brechung durch die Krystalllinse. Diesemnach müsse unter Wasser die Brechung durch die wässerige Feuchtigkeit des Auges mittelst einer Glaslinse ersetzt werden, deren Brennweite für Lichtstrahlen, welche aus Wasser in Glas fallen, derjenigen gleich sey, welche die wässerige Feuchtigkeit des Au-

*) Dioptr. p. 118.

**) Optik übers. von Kaestner, p. 375.

ges für die aus der Luft einfallenden Lichtstrahlen giebt. Indem dann das Brechungsverhältniſs aus Waſſer in Glas = 9 : 8 angenommen wird, ſo ergiebt die Rechnung, daſs der Halbmeſſer jeder Krümmung einer biconvexen Linſe, wodurch das Sehen unter Waſſer möglich werden würde, dem Halbmeſſer der Krümmung der Cornea gleich ſeyn müſſe.

Nach Huygens finde ich die Sache zuerſt wieder durch La Hire erörtert, welcher die Frage aus theoretiſchen Gründen dahin beantwortet, daſs wohl kein deutliches Bild auf der Retina erzeugt werden könne, weil die dem eigenthümlichen Baue des Auges zukommende Brechung des Lichtes aus der Luft in daſſelbe wegfalle. Ein höchſt unvollkommener Verſuch ſoll dieſen Satz erweiſen. La Hire nahm nämlich eine Katze, tauchte ihre Augen im Waſſer unter, und bemerkte dabei eine ſtarke Erweiterung der Pupille, welches ihm zu beweiſen ſchien, daſs das Thier ſich vergebens bemüht habe ein deutliches Bild zu erhalten *). Die Phyſiologen dürften aber gegen dieſen Schluſs mit Grunde gar vieles einzuwenden haben.

Es ſcheint mir in der That etwas auffallend, daſs ſeit jener langen Zeit, bei den unglaublich zahlreichen Unterſuchungen über das Sehen und die Bedingungen deſſelben, gerade dieſer ſpecielle Gegenſtand überall nicht eigentlich weiter erörtert iſt. Man findet zwar häufig die unbeſtreitbare Wahrheit wiederholt, daſs die Augen der Fiſche für das Medium, worin ſie zu ſehen beſtimmt ſind, eingerichtet, d. h.

*) Mém. de l'Acad. de Par. 1709. p. 95.

mit einer kugelförmigen und aus ſtark brechenden Flüſſigkeiten beſtehenden Linſe verſehen ſeyen, und ſich daher am meiſten von denen der Raubvögel unterſcheiden, welche noch in ſehr verdünnter Luft ſcharf ſehen; allein beide Sätze werden bloſs im Allgemeinen und ohne nähere ſcharfe Beſtimmungen aufgeſtellt.

Faſt ein volles Jahrhundert nach La Hire's, ſeitdem allgemein angenommener, Behauptung veranlaſste eine beiläufige Aeuſserung Nicholſon's über Franklin's Anweiſung zum Erlernen des Schwimmens *) mehrere geübte Taucher die Reſultate ihrer Erfahrungen über das Sehen unter dem Waſſer auszuſprechen **); allein es iſt dabei gewiſs im höchſten Grade auffallend, daſs die, mit der gröſsten Zuverſicht und durchaus keinem Zweifel gegen ihre moraliſche Wahrheit unterliegenden Behauptungen der Empiriker einander ſchnurſtraks widerſprechen, indem ſo ziemlich gleich viele beſtimmt verſichern, ſie könnten unter Waſſer ſehen, als andere dagegen die Möglichkeit gänzlich leugnen. Dieſes veranlaſste den, für die Wiſſenſchaft viel zu früh verſtorbenen Gilbert mit einigen Bekannten eine Reihe von Verſuchen anzuſtellen ***), wodurch die Sache genau genommen eben ſo beſtimmt entſchieden iſt, als durch die von demſelben aus optiſchen Gründen entlehnte

*) Gilb. Ann. XXXIV. 34.

**) Man findet alles hierüber Vorhandene in den oben angeführten Stellen der Ann. d. Phyſ.

***) Ann. XXXVI. 375.

theoretische Entscheidung *). Weil indess bei einer so interessanten Frage der Widerspruch unter den entgegengesetzten Behauptungen einmal besteht; so scheint es mir nicht überflüssig, dieselbe nochmals genau zu erörtern, um wo möglich die Theorie und die widersprechenden Erfahrungen mit einander zu vereinigen.

Es sey zu diesem Ende in möglichst genauen Bestimmungen: **)

der Halbmesser der Cornea $= \varrho = 3,'''75$

der Halbmesser der vorderen Linsenfläche $= r = 3,'''00$

*) Ann. XXXIV. 34. Daselbst heisst es: „Lichtstrahlen, welche „aus dem Wasser in das Auge treten, leiden nämlich eine „weit schwächere Brechung, als beim Uebergange aus der „770 mal dünneren Luft. Die von einem leuchtenden Punk„te ausgehenden Strahlen, welche aus dem Wasser in das „Auge treten, werden folglich weit hinter der Netz„haut zusammengebrochen werden, und es scheint al„so, nach diesen Gründen der Optik, es sey nicht möglich, „unter Wasser anders deutlich zu sehen, als wenn man ein „Glas zu Hülfe nimmt, das den Strahlen schon vor dem Auge „eine convergirende Richtung giebt, d. h. eine stark convexe „Glaslinse.“

*) Man bedient sich bei den Bestimmungen der Dimensionen des Auges und seiner Theile meistens der durch Jurine aus den Petit'schen Messungen auf englische Decimalzolle reducirten Grössen. Hier werden aber die ursprünglichen, durch Petit aus seinen zahlreichen Messungen erhaltenen mittleren Grössen in pariser Duodecimallinien genommen, und die Brechungen der Flüssigkeiten nach den neuesten Bestimmungen durch Chossat, Brewster u. a., wie ich sie für den Artikel: Auge im neuen Gehler aufgesucht habe.

der Halbmesser der hinteren Linsenfläche $= r' = 2,'''5$
der Abstand der Linse von der Cornea $= a = 1,'''25$
die Dicke der Linse $= b = 2,'''00$
das Brechungsverhältnifs aus Luft in die wässerige Feuchtigkeit $= n : 1 = 1,337$
aus der wässerigen und gläsernen Feuchtigkeit in die Krystalllinse $= m : 1 = 1,049$
das Brechungsverhältnifs von Wasser in die wässerige Feuchtigkeit $= w : 1 = 1,00075$

so ist ohne Rücksicht auf die Linse für das Sehen ausser dem Wasser, wenn der gesehene Gegenstand sich in der Entfernung $= d$ vom Auge befindet, der Vereinigungspunkt der Lichtstrahlen $f = \frac{nd\varrho}{(n-1)\,d-\varrho}$; wo sich dieselben zum Bilde vereinigen würden, wenn die Krystalllinse die convergirenden Lichtstrahlen nicht abermals bräche. Setzen wir dann
$x = \frac{nd\varrho}{(n-1)\,d-\varrho} - a$; und der Kürze wegen
$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{mrr' - (m-1)\,r'b}{(m-1)\,mr - (m-1)^2\,b + m\,(m-1)\,r'}$, so ist der Abstand des Brennpunktes von der hinteren Fläche der Krystalllinse $z = \frac{\alpha x - rr'b}{\beta x - (m-1)\,rb + mrr'}$, wornach der Abstand der Cornea von der Retina $= z + a + b$ seyn wird *). Der numerische Werth dieser Formel nach den oben gegebenen Bestimmungen, und $d = 10$ paris. Zoll gesetzt, giebt
$f = 16,'''3982$; also $x = 15,'''1482$;
$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{7,6225}{0,2779}$ und $z = \frac{100,467}{11,53824} = 8,707$

*) Vergl. Olbers de mutationibus oculi internis. Gott. 1780. 4.

somit also den Abstand des Bildes von der Cornea in par. Duodecimallinien = 8,707 + 2 + 1,25 = 11,957, für die durch Petit und andere gefundenen Dimensionen etwas zu groſs, was aber hier nicht in Betrachtung kömmt, und aus anderweitigen, hier nicht näher zu erörternden Gründen erklärlich ist.

Berechnen wir dann ferner den Werth von f, oder die Weite des Brennpunktes für die aus einer Entfernung von 10 Zoll aus Waſser auf die Cornea fallenden Lichtstrahlen, indem in der Formel statt n der oben angegebene Werth von w substituirt wird; so findet sich $f = -123,043$, d. h. die aus einer Entfernung von 10 Z. aus Waſser auf die Cornea fallenden Lichtstrahlen werden durch die Wölbung derselben und die brechende Kraft der wäſserigen Feuchtigkeit gar nicht vereinigt, sondern würden in der Entfernung von 10 Z. einen Brennpunkt bilden, wenn sie aus einer Entfernung von 10 Zoll 3 L. kämen. Es ist also hieraus an sich schon klar, daſs das Brechungsvermögen der Linse nicht hinreichen kann, um diese Lichtstrahlen auf der Retina zum Bilde zu vereinigen, man mag das Vermögen des Auges, sich für ungleiche Entfernungen einzurichten, auch noch so groſs annehmen.

Sucht man ferner aus dem so eben gefundenen Werthe von f den von x, und hieraus z nach der oben angegebenen Formel; so ergiebt die Rechnung $z = 27,54$ Lin., wornach also die Vereinigung der Lichtstrahlen zum Bilde diejenige, in welcher die aus der Luft in das Auge fallenden Lichtstrahlen ein Bild erzeugen, um etwas mehr als das Dreifache übertrifft. Hieraus ergiebt sich, daſs unter Waſser befindliche

Gegenſtände kein Bild auf der Retina erzeugen, mithin auch nicht eigentlich geſehen werden können.

Ehe ich verſuche, die ohne Zweifel nicht erdichteten oder in der Abſicht zu täuſchen ausgeſprochenen Behauptungen des Gegentheils hiermit wo möglich zu vereinigen, ſey es erlaubt, im Verfolge der theoretiſchen Betrachtungen zuvor die Form einer Linſe zu beſtimmen, deren ſich Taucher zum Sehen unter Waſſer bedienen müſsten. Die Aufgabe iſt nicht ſchwer. Wir haben nämlich oben geſehen, daſs die Wirkung der Cornea und der wäſſerigen Feuchtigkeit derjenigen einer Glaslinſe zu vergleichen iſt, welche die von einem in 10 Z. Entfernung befindlichen Gegenſtände aus der Luft einfallenden Lichtſtrahlen in einem Abſtande von 16,‴3982 zum Bilde vereinigt. Indem dieſe Wirkung aber bis auf eine Kleinigkeit beim Sehen unter Waſſer wegfällt; ſo muſs diejenige Linſe geſucht werden, welche dieſe Vereinigung wieder hervorbringt. Zur Erleichterung der Rechnung wird es erlaubt ſeyn, auf die zwiſchen der Linſe und dem Auge gebildete biconcave Waſſerlage keine Rückſicht zu nehmen, um ſo mehr, als auch der Einfluſs der Cornéa nebſt der wäſſerigen Feuchtigkeit des Auges unberückſichtigt bleibt. Es ſey demnach der Abſtand des zu ſehenden Objectes von der Linſe

$= d = 10$ Z,

der gemeinſchaftliche Halbmeſſer der Krümmungen beider Flächen der Linſe $= r$

die brechende Kraft des Glaſes $= m = 1,55$

des Waſſers $= n = 1,337$

ſo iſt die Brennweite derſelben

$$f = \frac{ndr}{2(m-n)d - nr}.$$

Indem hierin aber f bekannt ist; so findet man die unbekannte Grösse

$$r = \frac{2(m-n)fd}{n(f+d)} = \frac{838,276}{182,3644} = 4,6 \text{ Lin.}$$

Es wäre also eine Loupe für das gesunde Auge zum Sehen unter Wasser erforderlich.

Huygens verglich in der oben erwähnten Stelle das Sehen unter Wasser mit dem Sehen eines Weitsichtigen durch eine sehr scharfe Lorgnette. Dieses ist allerdings richtig, begreift aber zwei entgegengesetzte Bedingungen, indem die Schärfe der Lorgnette und die Weitsichtigkeit des Auges, beide einander entgegengesetzt, in ein gewisses mittleres Verhältniss kommen müssten, um eine solche Undeutlichkeit des Sehens hervorzubringen, als diejenige ist, welche durch den Einfluss des Wassers auf die Brechung der Lichtstrahlen verursacht wird. Nehmen wir dagegen das normale Auge an, und dessen Weite des deutlichen Sehens = 10 Z.; so würde für dieses unter Wasser eine Undeutlichkeit entstehen, als wenn es beim gewöhnlichen Sehen sich einer biconcaven Linse bediente, deren Zerstreuungsvermögen das Vereinigungsvermögen der wässerigen Feuchtigkeit gerade aufhöbe, oder deren negative Brennweite der positiven jener erwähnten biconvexen gleich wäre, also deren beide gleiche Flächen einen Radius von 16,'''3982 hätten. Mit einer solchen biconcaven Linse lässt sich der Versuch des Sehens unter Wasser

ohne die damit verbundenen anderweitigen Hindernisse künstlich nachahmen.

Hieraus läſst sich endlich auch die Frage beantworten, wie kurzsichtig jemand seyn müſste, wenn er ohne den Gebrauch einer biconvexen Linse fähig seyn soll, unter Wasser deutlich zu sehen. Daſs nämlich Kurzsichtige dieses Vermögen mehr besitzen als Weitsichtige, geht aus den angestellten Betrachtungen von selbst hervor. Um die aufgeworfene Frage zu beantworten, darf man nur berücksichtigen, daſs ein Kurzsichtiger dann unter Wasser deutlich sehen würde, wenn er sich beim gewöhnlichen Sehen einer so eben bezeichneten biconcaven Linse bediente. Lieſse er diese dann unter Wasser weg; so würden die Lichtstrahlen in seinem Auge auf gleiche Weise ein scharfes Bild erzeugen, als beim gewöhnlichen Sehen durch eine solche biconcave Linse. Aus der Theorie der Brillen ergiebt sich aber, daſs: wenn die Brennweite der Linse $= f$; die Weite des Sehens beim normalen Auge $= b$; die Entfernung, in welcher das kurzsichtige Auge deutlich sieht $= d$ ist; so muſs $f = \frac{db}{b-d}$ seyn. Hieraus findet man leicht den Grad der Kurzsichtigkeit, oder den erforderlichen Ort des Bildes durch eine biconcave Linse $= d = \frac{fb}{b+f}$; und wenn man hierin die Weite des deutlichen Sehens = 10 Zoll; die negative Brennweite der Lorgnette = 16,3982 Lin. setzt; so findet sich der Grad der Kurzsichtigkeit = 1 Z. 2,4268 Lin. genau. Aus dieser Gröſse können wir abermals in genäherten Werthen fin-

den, wie weit das Bild eines Gegenſtandes im Waſſer geſehen hinter die Netzhaut des normalen Auges fallen muſs, indem die Brennweiten des Auges in der Luft zu der unter Waſſer ſich nahe genau verhalten müſſen wie die Brennweiten eines in 10 Z. und eines in 1 Z. 2,43 Lin. Abſtand ſehenden Auges. Indem aber jene oben $f = \frac{nd\varrho}{(n-1)\,d-\varrho} = 16,'''3982$ für $d = 10$ Z. gefunden iſt; ſo darf man nur den eben gefundenen Abſtand von 1 Z. 2,43 Lin. $= \delta$ in dieſe Formel ſetzen, um $f' = \frac{n\delta\varrho}{(n-1)\,\delta-\varrho} = 65,'''009$ zu erhalten. Es iſt aber

$\frac{f'}{f} = \frac{d\,(n-1)\,\delta-\delta\varrho}{d\,(n-1)\,\delta-d\varrho} = 3,965.$ Die Vereinigung der Strahlen findet alſo hiernach in einer faſt vierfachen Brennweite des in der Luft ſehenden Auges Statt, oder liegt drei Brennweiten des Auges hinter der Retina, woraus abermals die Unmöglichkeit des deutlichen Sehens unter Waſſer hervorgeht. Dieſes Reſultat iſt indeſs etwas zu groſs, weil der Einfluſs der wäſſerigen Feuchtigkeit des Auges hier vernachläſſigt iſt, und jenes oben erhaltene iſt daher das richtigere.

Und nun zur Beantwortung der Frage: wie ſich hiermit die verſchiedenen oben erwähnten widerſprechenden Ausſagen der Taucher vereinigen laſſen. Zuerſt in Beziehung auf diejenigen, welche das Sehen unter Waſſer geradezu leugnen, hat die Sache keine Schwierigkeit; denn ihre Behauptung ſteht völlig im Einklange mit der Theorie. Allein wie mit dieſen letzteren die Ausſagen derjenigen Taucher zu verei-

nigen ſind, welche eben ſo beſtimmt das Gegentheil behaupten, ſcheint auf den erſten Blick um ſo ſchwieriger, als man nothwendig ihre Ausſagen für das Reſultat einer vollen Ueberzeugung anſehen muſs.

Zuvörderſt bin ich auf keine Weiſe geneigt, diejenigen, welche ſich das Vermögen, unter Waſſer ſehen zu können, beilegen, für ſo kurzſichtig zu halten, daſs durch den Einfluſs des Waſſers dieſer ihr Geſichtsfehler corrigirt würde. Eine ſo ſtarke und ſeltene Kurzſichtigkeit müſste ihnen ſelbſt und auch namentlich dem verſtorbenen Gilbert aufgefallen ſeyn, als er ſich mit ihnen unterhielt. Eben ſo wenig aber iſt anzunehmen, daſs das Vermögen der Augen, ſich für verſchiedene Entfernungen einzurichten, bei ihnen ſo ſtark ſeyn ſollte, als erforderlich ſeyn würde, um den Einfluſs des Waſſers auf die Lichtſtrahlen zu compenſiren. Deſſenungeachtet aber läſst ſich ihre Ausſage erklären.

Bei der Beantwortung der aufgeworfenen Frage kommt übrigens zur Hebung eines anſcheinenden Widerſpruches noch Folgendes in Betrachtung. Viele, und wohl die meiſten, Augen können wegen der Empfindlichkeit der Conjunctiva und der Thränendrüſe gegen den Eindruck des kalten Waſſers, worin der Verſuch in der Regel angeſtellt wird, gar nicht geöffnet werden, und diejenigen Individuen, mir ſcheint es wohl die meiſten, bei denen dieſes der Fall iſt, werden daher die Möglichkeit des Sehens unter Waſſer ſchon aus dieſem Grunde ableugnen *).

*) Mit warmen Waſſer in einem Glaſe laſſen ſich die Verſuche *leicht* anſtellen.

Wenn dieses aber auch bei andern der Fall ist, welche gewiss wissen, dass sie die Augen unter Wasser zu öffnen vermögen; so ist ihr Ausdruck der bestimmtere, denn dass von einem eigentlichen Sehen, als Folge eines im Auge erzeugten scharfen Bildes, nicht die Rede seyn könne, ergiebt sich schon aus der einfachen Erfahrung, dass man nicht deutlich sieht, wenn sich zufällig eine Menge Thränen auf dem Auge gesammelt haben *), welche deswegen erst weggewischt werden, wenn der betrachtete Gegenstand deutlich erscheinen soll.

Wenn dagegen andere die Möglichkeit des Sehens unter Wasser behaupten; so ist ihr Ausdruck bloss undeutlich. Taucher, welche Gegenstände aus dem Wasser holen, machen diesen Versuch in der Regel, wo nicht immer, mit glänzenden, also vieles Licht, vorzüglich auf dem dunklen und schmuzigen Grunde reflectirenden Gegenständen. Sie unterscheiden also ohne eigentliches Bild den hellen Gegenstand von denjenigen Stellen, welche weniger Licht reflectiren, oder mit andern Worten: sie erhalten einen stärkeren Lichtschein, und nennen die Empfindung desselben ein Sehen **). Als ein Analogon könnte man anfüh-

*) Es kommt dabei sehr auf die Beschaffenheit der vorderen Fläche dieser Thränenlage an. Indess lässt sich annehmen, dass in den meisten Fällen die lothrechte, mit ihr zusammenfallende Linie etwas concav oder gerade sey. Bloss im letzteren Falle, und überhaupt die vordere Fläche als eben angenommen, wäre die Sache völlig adäquat.

**) Ich meine irgendwo gelesen zu haben, dass schon bei den Römern sich die Perlenfischer geschliffener Gläser bedienten. Oder geschieht dieses bei den Indiern?

ren, daſs es noch fraglich iſt, ob bei geringer Irradiation die kleinſten ſichtbaren Sterne ein eigentliches Bild im Auge erzeugen, oder vielmehr einen bloſsen Lichtſchein verurſachen, da ihr optiſcher Winkel kleiner iſt als 0,1 Sec. Dennoch aber wird wegen ihres hellen Glanzes ein jeder behaupten, daſs er ſie ſieht.

Dieſe Erklärung hebt, wie mich dünkt, den ſcheinbaren Widerſpruch völlig auf, und ſtimmt genau mit den Reſultaten der oben erwähnten, von Gilbert und einigen ſeiner Bekannten angeſtellten Verſuche überein. Von glänzenden Gegenſtänden erhielten ſie, wenn das Auge und der Gegenſtand ſich unter Waſſer befand, einen Lichtſchein, aber kein Bild; ſie konnten alſo im eigentlichen Sinne des Wortes und der Theorie gemäſs nicht ſehen, überzeugten ſich aber dennoch von der Anweſenheit und dem Orte eines ſolchen Gegenſtandes.

(Ueber ein zum Sehen unter Waſſer beſtimmtes Fernrohr, von der Erfindung des Dr. Brewſter, bitte ich Bd. 50. S. 65 nachzuleſen. Einer Notiz des Journ. of Scienc. zufolge, hat Hr. Leslie ein neues Inſtrument dieſer Art erdacht, das aus einer koniſchen Röhre von variabler Länge beſteht, oben 1 Zoll und unten 10 Zoll (?) breit iſt und durch ſeitwärts angebrachte Lampen erhellt wird. Es fehlen aber die näheren Angaben über die Form der Linſen, welche an den Enden des Rohrs angebracht ſind. *P.*)

III.

Ueber die Fähigkeit des Auges, sich den verschiedenen Entfernungen der Gegenstände anzupassen;

von

Dr. David Brewster *).

Kein Theil der Physiologie des Auges hat mehr zu Untersuchungen Anlaſs gegeben, als die Fähigkeit, womit sich dieses von selbst nach der ungleichen Entfernung der Gegenstände einzurichten weiſs; allein obgleich die ausgezeichnetsten Physiker und Anatomen ihre Kenntnisse hierauf verwandten, so ist trotz ihrem vereinigten Bemühen dennoch die Untersuchung für jetzt auf demselben Punkt, auf dem sie sich zu Zeiten Keplers befand, der zuerst die Aufgabe zu lösen versuchte.

Erinnert man sich der groſsen Namen, welche bei dieser Streitfrage aufgetreten sind, so kann man sich nicht anders als mit einer gewissen Schüchternheit an den Gegenstand wagen; aber diese verschwindet einigermaſsen wenn man erwägt, daſs die erhaltenen Resultate in völliger Disharmonie mit einander stehen und sowohl mit den Grundsätzen der Optik als auch mit der Einrichtung des Auges durchaus unverträglich sind.

*) aus d. Edinb. Journ. of Science I. 77.

Kepler war der Meinung, daſs das Auge beim Act ſeiner Ajuſtirung durch die proceſſus ciliares verlängert oder verkürzt werde. Descartes nahm an, daſs die Kryſtalllinſe ihre Form mittelſt ihrer eignen Fibern verändere. Huygens glaubte, daſs die Kryſtalllinſe ſich durch den Druck der äuſseren Muskeln der Cornea nähere, oder daſs ſie ſich durch denſelben Vorgang convexer machen könne. De la Hire behauptete, daſs die ganze Wirkung alleinig und unmittelbar durch Erweiterung oder Verengerung der Pupille erzeugt werde; und Dr. Porterfield glaubt endlich, daſs die Kryſtallinſe durch die Proceſſus ciliares vor und rückwärts gezogen werde.

Dieſe verſchiedenen Meinungen ſind durch die ſpäteren Phyſiologen wieder in Anregung gebracht. Die Anſicht von Huygens ward in veränderter Geſtalt vom Dr. Monro vertheidigt. Hr. Walker bemühte ſich die Hypotheſe von de la Hire aufrecht zu halten, und Dr. Thomas Young, welcher die Meinung Descartes wiederum hervorrief, unterſtützte dieſe mit all der Umſicht, welche man von ſeinen tiefen Kenntniſſen in der Optik und Phyſiologie erwarten konnte.

In der ſich hierauf beziehenden Abhandlung verſucht er zu zeigen, daſs die Fibern der Kryſtalllinſe von muskulöſer Natur ſind und daſs die Anpaſſung des Auges nach den Entfernungen der Gegenſtände, durch eine von dieſen Muskeln bewirkte Vergröſserung der Convexität der Kryſtalllinſe bewerkſtelligt wird. Um den Werth dieſer Hypotheſe zu beurtheilen, iſt es wichtig auf das hinzuweiſen, was mir Hr. Dr. Knox mittheilte, nämlich, daſs er durch ſeine

sämmtlichen eigends auf diesen Umstand gerichteten Untersuchungen gefunden hat, dass die Krystalllinse frei in dem Liquor Morgagni ihrer Kapsel herumschwimmt, auch sind von keinem Anatomen Nervenfasern bei der Krystalllinse aufgefunden worden.

Bei diesem Einwurfe gebe ich zwar zu, dass wenn die Fibern eine muskulöse Natur besitzen, sie auch fähig sind die Convexität der Linse zu vergrössern, wenn ich aber die besondere Einrichtung dieses Theiles vom Auge betrachte, und besonders die Thatsache, dass die Fibern Linien von entgegengesetzter Biegung sind, so wage ich zu behaupten, dass kein Scharfsinn im Stande ist die durch ihre Zusammenziehung erfolgende Wirkung vorherzusagen. Nur die Thatsache ist gewiss, dass die Fibern der äusseren Lamelle auf die der innern bei ihrer Zusammenziehung einen Druck ausüben und den zusammengesetzten Stufengang der Dichte (compound gradation of density) zerstören werden, durch welche die Abirrung wegen der Kugelgestalt so schön berichtigt ist *).

Bei Untersuchung der Veränderungen, welche im Auge stattfinden, wenn dieses sich den verschiedenen Entfernungen der Gegenstände anpasst, hat man schon längst bemerkt, dass die Pupille sich zusammenzieht oder erweitert, je nachdem die betrachteten Gegenstände nahe oder fern liegen.

*) Die hier erwähnte zusammengesetzte Stufenfolge der Dichtigkeit ist bisher nicht in den Krystalllinsen der Thiere entdeckt. Ich habe sie umständlich in einem Aufsatz über das menschliche Auge beschrieben, welcher der Königl. Gesellschaft zu Edinburgh am 2. Dec. 1822 vorgelesen ist, und bald öffentlich bekannt gemacht werden wird.

Aus dieſer nicht zu läugnenden Thatſache, verbunden mit dem Reſultat eines trüglichen Verſuches, zog de la Hire den Schluſs, daſs die Verengerung der Pupille das unnöthige Licht entferne, die äuſseren Strahlen des Lichtbündels abſchneide und ſo die Strahlen von nahen und erleuchteten Gegenſtänden auf der Netzhaut vereinige, während die Erweiterung der Pupille dadurch von entfernten Gegenſtänden ein deutliches Bild gebe, daſs ſie eine gröſsere Lichtmenge in das Auge einzutreten erlaubt.

Die ſpäteren Phyſiker ſahen zwar den Trugſchluſs dieſer Lehre ein, aber mit dem Eifer ſich von ihn loszuſagen, geriethen ſie auf einen anderen, der nicht minder unverträglich mit der Beobachtung war. Es wurde im Allgemeinen zugegeben, daſs bei Anpaſſung des Auges nach den verſchiedenen Entfernungen der Gegenſtände, die Pupille wohl ihre Geſtalt verändere, aber man betrachtete dieſs nur als eine begleitende Erſcheinung, die der Hauptſache nach gänzlich von der veränderten Lichtintenſität der Gegenſtände abhange, nach welchen das Auge gerichtet war. Dr. Wells *) und andere Phyſiologen bemerkten zwar, daſs das Auge bei der durch Wirkung der Belladonna geſchehenden Erweiterung der Pupille die Fähigkeit verliere nahe Gegenſtände zu betrachten, aber obgleich dieſe belehrende Thatſache bei dieſer Unterſuchung von der gröſsten Wichtigkeit war, ſo ward ſie dennoch nicht ſo verfolgt als ſie es verdiente, und man hielt ſie mit jeder Theorie von der Ajuſtirung der Augen vereinbar, indem die Theile des

*) *Ann.* d. Phyſ. Bd. 43. S. 128. (P.)

Auges, von welchen diese bewirkt wird, während der Einwirkung der Belladonna auf die Iris als gelähmt angenommen werden konnten.

Bei diesem Zustand der Dinge war ich begierig die Ursache und den Einfluss der Veränderung der Pupille kennen zu lernen. Ich wählte deshalb einen nahen und einen entfernten Gegenstand, beide gleich stark erhellt, und liess eine junge Person nach einander jeden derselben mit Aufmerksamkeit betrachten. Das Resultat dieser Untersuchung war, dass sich die Pupille bei Betrachtung des nahen Gegenstandes zusammenzog und bei der des entfernteren erweiterte, ohne dass diese Veränderungen von dem Reiz des Lichtes hätte erzeugt werden können. Um zu erfahren, was an den beiden Gränzen des deutlichen Sehens erfolgen würde, nahm ich ein Stück Papier und schrieb wie es die beigefügte Zeichnung



versinnlicht, darauf die Worte *on the eye*. Nachdem ich nun ein Blatt weissen Papiers hinter dem Worte *the* und zwei dergleichen hinter dem Worte *eye* angebracht hatte, befestigte ich das Ganze an das eine Ende eines viereckigen Auszugrohres und näherte mein Auge dem anderen Ende, so dass ich alle Worte mittelst des Lichtes, das von einer hinter dem Papiere gehaltenen Kerze durchgelassen ward, lesen konnte. Das Wort *on* war am meisten erleuchtet; weniger das Wort *the*, und noch schwächer das Wort *eye*. Jetzt brachte ich das Papier dem Auge so nahe als es erlaubt war, um das Wort *on* noch mit

voller Deutlichkeit zu erkennen. Wenn dieſs geschehen war, so konnte ich es durch keine Anstrengung dahin bringen das Wort *the* zu lesen und noch viel weniger das Wort *eye*. Ich sah darauf nach diesem durch eine schmale Oeffnung, welche mir, nach de la Hire's Grundsätzen, ein deutliches Sehen hätte gewähren müssen, aber sie bewirkte gerade den entgegengesetzten Erfolg, indem sie die Undeutlichkeit der beiden letzten Worte vergröſserte. Wenn ich hingegen die Worte *the* und *eye* eben stark so erhellte als das Wort *on*, oder wenn ich eine andere Kerze dem Auge so nahe brachte, daſs die Pupille gezwungen ward sich zu verengern, so konnte ich sie mit gröſster Leichtigkeit lesen.

Aus diesem Versuche können wir drei wichtige Folgerungen ableiten:

1) daſs die Verengerung der Pupille, welche mit der Anpassung des Auges für nahe Gegenstände vereinigt ist, das deutliche Sehen nicht durch ein Verringern der Oeffnung bewirkt, sondern durch einen andern diesen begleitenden Vorgang.

2) daſs das Auge sich für nahe Gegenstände durch zwei verschiedene Vermögen ajustirt, von denen das eine gänzlich von dem Willen des Individuums abhängt, das andere aber unwillkührlich ist und nur durch den Reiz des Lichtes bedingt wird.

3) daſs sich die Ajustirung des Auges durch den Reiz des Lichtes bewirken läſst, wenn das willkührliche Vermögen zu derselben mangelt.

Ich war jetzt begierig zu untersuchen, was an der andern Gränze des deutlichen Sehens statt-

finden würde, nämlich bei Betrachtung sehr entfernter Gegenstände. Wenn die Zusammenziehung der Pupille eine wesentliche Begleiterin des Vorganges ist, durch welche sich das Auge für nahe Gegenstände einrichtet, so muss offenbar die Erweiterung derselben in gleicher Beziehung zu dem Acte stehen, durch welchen das Auge für entfernte Gegenstände angepasst wird. Die Versuche mit der Belladonna beweisen unbestreitbar, dass wenn die Pupille bis zum höchsten Grad erweitert ist, das Auge die Fähigkeit verloren hat, sich für naheliegende Gegenstände zu ajustiren, hingegen sein Vermögen entfernte Gegenstände zu beobachten alsdann verbessert und vergrössert wird; da man aber das ganze Auge, während des Versuchs als gelähmt zu betrachten hat, so ist es nöthig ein anderes Verfahren anzuwenden. Es fiel mir bei, dass wenn die Erweiterung der Pupille eine wesentliche Bedingung zum Sehen in die Ferne sey, alsdann bei kurzsichtigen Personen sich jeden Abend der Umfang des Sehens vergrössern müsse. Auf meine Erkundigung erfuhr ich auch, dass dieses in einem beträchtlichen Grade der Fall ist, und dass mehrere kurzsichtige Personen die 6 Sterne der Plejaden zählen konnten, die am Tage unfähig waren Gegenstände in einer mässigen Entfernung deutlich wahrzunehmen. In der That wird auch schon der oberflächlichste Beobachter die Deutlichkeit entfernter Gegenstände am Abend bemerkt haben, die vor allem alsdann hervortritt, wenn sich die naheliegenden Gegenstände schon in Dunkelheit verlieren, und das Auge nur die scharfbegränzten Umrisse der Bäume und

Berge in Projection gegen den Himmel am Horizonte erblickt.

Die merkwürdige Wirkung der erweiterten Pupille kann auch aus einem umgekehrten Beobachtungsverfahren abgeleitet werden. Wenn wir entfernte Gegenstände betrachten, während das Sonnenlicht auf das Auge geworfen wird, so ist die willkührliche Kraft zur Ajustirung dennoch fähig die Pupille so weit zu öffnen, daſs ein deutliches Sehen erfolgt, aber das Bestreben der Iris sich unter dem unwillkührlichen Reiz des Lichtes zuſammenzuziehen, erweckt eine so schmerzhafte Empfindung in dem Auge, daſs man nicht zweifeln kann, die Iris stehe unter dem Einfluſs zweier entgegengeſetzter Kräfte, selbst wenn die Erweiterung auch nicht sichtbar wäre.

Nachdem ich so die nächsten Beweisgründe festgeſetzt hatte, die man über dieſen Gegenstand beibringen kann, schien es mir unmöglich mich des Schluſſes zu begeben, daſs die Fähigkeit des Auges sich zu ajustiren, von dem Mechanismus abhängt, der die Pupille erweitert oder verengert, und daſs die Ajustirung, da sie nicht von der Veränderung der Oeffnung des Auges abhängig ist, sie von den Theilen erzeugt werden muſs, welche in unmittelbarer Berührung mit der Basis der Iris stehen. Ueber dieſen Punkt fehlt es jedoch an Beobachtungen und Verſuchen. Werden wir gleich nimmer im Stande ſeyn auf eine genaue Art die auf die Basis der Iris ausgeübte Wirkung zu bestimmen, welche das Ajustiren erzeugt, so wird es dennoch nicht schwer halten unter den möglichen Hypotheſen einer derſelben den Grad

von Evidenz zu geben, welchen man bei andern physiologischen Untersuchungen für hinlänglich ansieht.

Man kann voraussetzen, dass der Mechanismus an der Basis der Iris die Ajustirung auf eine vierfache Art erzeuge:

1) durch Verlängerung des Auges während des Zusammenziehens der Pupille, 2) durch Vergrösserung der Convexität der Cornea, 3) durch Veränderung der Convexität der Kapsel der Linse, und 4) durch Vergrösserung des Abstandes der Krystalllinse von der Retina.

Die ersten beiden Arten von möglicher Ajustirung sind schon durch die directen Versuche des Hrn. Ramsden und Sir Everard Home ausgeschlossen, da sie zeigen, dass weder die Convexität der Cornea noch die Länge des Auges bei der Ajustirung verändert wird. Die dritte Art, welche veränderte Krümmung des Gefässes der Linse voraussetzt, kann diese Wirkung nicht erzeugen, weil der Liquor Morgagni, in welchem die Linse schwimmt, nahe dasselbe Brechungsvermögen besitzt, als die *wässerige Feuchtigkeit*, und folglich eine Veränderung der Membrane, welche beide trennt, keine wahrnehmbare Ablenkung in den durchgelassenen Strahlen erzeugen kann.

Die letzte Hypothese, zufolge welcher die Linse bei Contraction der Pupille von der Retina entfernt wird, bleibt also die wahrscheinlichste; im Zustande vollkommner Ruhe wird das Auge alsdann zum deutlichen Sehen entfernter Gegenstände eingerichtet seyn.

Ausser diesen Beweisgründen erhält die erwähnte Ansicht noch durch mehrere wohlbegründete That-

sachen eine Bekräftigung. Der Verlust des Ajustirungsvermögen bei Wegnahme der Linse beweist, daſs dieser Theil des Auges für den Prozeſs von Wesentlichkeit ist, auch haben mehrere Physiologen eine Bewegung der Linse als die wahrscheinlichste Veränderung betrachtet, welche im Innern des Auges stattfindet. Der Mangel an Muskeln in dem Processus ciliaris hat manchen von ihnen verleitet dieser Meinung zu entsagen, während diejenigen, welche fortfuhren sie zu behaupten, niemals annahmen, daſs es durch die Thätigkeit der Iris mittelst der Verknüpfung einer freiwilligen und unwillkührlichen Action geschehe.

Die Anatomie des Grundes der Iris war bisher so unvollkommen, daſs es nicht leicht ist die Art mit Genauigkeit zu bestimmen, auf welche die Muskelthätigkeit dieser Membrane zur Linse fortgeleitet werden mag; in Bezug auf diese Frage sind aber diese Theile sehr genau durch den Dr. Knox untersucht und die Gesellschaft wird aus dem Detail, was er darüber in einem besonderen Aufsatze gegeben hat, beurtheilen können, ob sie gegen die Ansichten, welche hier auseinandergesetzt wurden, Einwürfe machen oder nicht.

Die genannten Versuche und Beobachtungen finden eine unmittelbare Anwendung auf diejenigen Unvollkommenheiten des Sehens, welchen das Auge als optisches Instrument ausgesetzt ist. Die Verminderung der willkührlichen oder unwillkührlichen Ajustirungskraft hat einen nothwendigen Einfluſs auf den Umfang des deutlichen Sehens, und zuweilen ist dieser so ausgedehnt, daſs man das Auge für Gegenstände

einer gewissen Entfernung und einer gewissen Beleuchtung als blind betrachten kann. Die Heilung dieses scheinbar ernsthaften und sehr beunruhigenden Uebels, ist oft sehr einfach und läfst sich z. B. mittelst Vermehrung oder Verminderung des Lichtreizes, oder mittelst gefärbter Gläser bewerkstelligen; ein Behuf, zu welchem letztere, so viel ich weiss, niemals angewendet wurden.

IV.

Ueber die partielle Durchkreuzung der optischen Nerven;

von William Hyde Wollaston, M. D. *).

Wenn wir die erstaunliche Feinheit desjenigen Mittels erwägen, welches uns die Gegenstände selbst in den unmefsbarsten Entfernungen wahrnehmen läfst, oder wenn wir das zartgebaute Organ betrachten, welches durch seine Einrichtung die Lichtstrahlen sammlet und sie durch eine schöne Ineinanderfügung seiner Theile auf die empfindlichen Fibern der Netzhaut vereinigt, so dürfen wir uns nicht wundern mit der Erforschung der merkwürdigen Eigenschaften des ersteren so grosse Talente beschäftigt zu finden, noch dafs der Bau des letzteren mit so ungemeiner Beharrlichkeit untersucht wurde. Die Schärfe, mit welcher

*) nach den Annals of phil. Oct. 24. p. 294.

die Anatomen ihre Untersuchungen betreiben, um die geringfügigsten Theile zu beobachten, welche sich ihren Vorgängern noch entzogen haben, läſst mich hoffen, daſs jede Vermehrung des gegenwärtigen Bestandes unserer Kenntnisse über diesen Gegenstand einem Theil der Mitglieder der Königlichen Gesellschaft willkommen sey und auch bei den übrigen Mitgliedern einiges Interesse erregen werde.

Es ist in dem gegenwärtigen Aufsatze nicht mein Entzweck, die erste Wirkung der Cornea zu untersuchen, durch welche sie die Strahlen convergirend macht, noch die Kraft der Krystalllinse, welche die von einem Punkte auslaufenden Strahlen wiederum in einem solchen auf der Netzhaut vereinigt. Ich habe auch nicht die Untersuchung zur Absicht, ob die Anpassung des Auges nach den verschiedenen Entfernungen durch eine Veränderung der Linse geschieht, sey es in deren *Form* mittelst ihrer eigenen muskulösen Structur oder in deren *Lage* mittelst der Wirkung anderer Muskeln. Endlich bin ich auch nicht Willens weder die *unwillkührliche* von der vorhandenen Lichtmenge abhangende Bewegung der Iris zu betrachten, noch die *willkührliche* Zusammenziehung derselben, durch welche wir die Oeffnung der Pupille zum deutlichen Sehen verschieden entfernter Gegenstände einrichten und dadurch dasjenige vermindern, was man in der Optik unter Abirrung wegen der Kugelgestalt der Linsen versteht.

Der Gegenstand meiner Untersuchung begreift nur die Art, auf welcher die Eindrücke der vollkommnen Bilder nach dem Sensorium geführt werden, und den Bau und die Vertheilung der optischen

Nerven, von welchen die Mittheilung dieser Eindrücke abhängt.

Ich behaupte zwar nicht, die Geschicklichkeit eines Anatomen zu haben um die zarte Bildung der Sehnerven darzulegen, aber die zufällige Beobachtung einiger Beispiele des krankhaften Sehens hat mich zu einigen Schlüssen über das Gefüge desjenigen Theiles geführt, welchen man die Decussatio des optischen Nervens genannt hat, und ich glaube mich berechtigt mit einigem Vertrauen von ihnen zu sprechen.

Es ist bekannt, dass diese Nerven in dem Gehirne des Menschen, nachdem sie von ihrem Ursprung zu den thalamis nervorum opticorum einen kurzen Weg zurückgelegt haben, sich mit einander vereinigen und dem Anscheine nach völlig zu einem Körper übergehen, und dass von diesem Vereinigungspunkt zwei Nerven ausgehen, von denen der eine zum rechten und der andere zum linken Auge führt.

Die Benennung Decussatio ward diesem Theile in der Voraussetzung beigelegt, dass die Fibern, obgleich sie sich mit einander vermischen, dennoch in ihrer ursprünglichen Richtung weiter fortgehen, also die von der rechten Seite zum linken Auge und die von der linken Seite zum rechten Auge gelangen.

In dieser Meinung sahen sich die Anatomen durch die Resultate ihrer Untersuchungen bei anderen Thieren, vorzüglich bei einigen Fischarten, bestärkt, bei welchen sie deutlich beobachteten, dass die Nerven sich wirklich als ein Paar getrennte Schnüre durchkreuzten, die zwar in der Durchkreuzung mit einander verbunden sind, aber deren Fibern sich nicht mit einander vermischen.

In diesen Fällen ist es unwiderleglich wahr, dass das rechte Auge des Thieres seine optischen Nerven von der linken Seite des Gehirns, und das linke Auge dieselben von der rechten Seite empfängt; aber kein richtiger Schluss ist es, vorauszusetzen, dass dieselbe Anordnung auch bei andern Thieren stattfinde, bei denen noch keine vollständige Trennung der ganzen Nerven aufgefunden ward.

Im Gegentheil bin ich genöthigt aus einer besondern Art von Blindheit, an der ich selbst mehr als einmal leiden musste, zu schliessen, dass bei uns eine andere Vertheilung der Nerven stattfindet, und ich glaube, dass meine Behauptung durch die offenbar von der unserigen sehr verschiedene Bauart der Fische unterstützt wird.

Es sind jetzt mehr als 20 Jahre verflossen, seitdem ich zum ersten Male von diesem besonderen Gesichtsübel befallen ward und wahrscheinlich zufolge einer heftigen Anstrengung, der ich damals 2 bis 3 Stunden lang zuvor ausgesetzt war. Ich fand plötzlich, dass ich von einem mir begegnenden Manne nur die halbe Gestalt sehen konnte, und dass diess auch bei anderen Gegenständen stattfand, nach welchen ich meine Augen richtete. Versuchte ich den Namen Johnson über einer Hausthür zu lesen, so sah ich nur die letzte Sylbe son und der Anfang des Wortes war meinem Blicke gänzlich entzogen. Der verlorne Theil des Sehens lag mir hiebei zur Linken und erstreckte sich auf beide Augen, denn es war gleichgültig, ob ich das rechte oder das linke gebrauchte. Die Blindheit war nicht so vollständig um mir die Gegenstände völlig unsichtbar zu machen, sondern liess mich diese nur ver-

finstert und in unbestimmten Umrissen erblicken. Sie hatte auch nur eine kurze Dauer, denn ungefähr nach einer Viertelstunde verschwand sie gänzlich, und zwar verliess sie mich allmählig vom Mittelpunkt des Sehens aus in einer schräg aufwärts zur linken Hand gehenden Richtung.

Seit dieser Unpässlichkeit, welche aus einer Ermattung, wie viele andere Nervenübel, entstanden war, hatte ich keinen Grund ihre Rückkehr zu befürchten; sie ging ohne Gebrauch von Arzneimittel vorüber und ohne dass ich irgend eine nützliche Folgerung aus ihr gezogen hätte.

Vor ungefähr 5 Monaten befiel mich indess ein ähnlicher Zufall, ohne dass ich im Stande war die Ursache davon einsehen oder irgend eine vorhergehende oder nachfolgende Unpässlichkeit darauf beziehen zu können.

Ich bemerkte die Blindheit wie zuvor, indem ich eine Person ansah die mir begegnete und deren linkes Auge ich nicht gewahr ward. Meine Blindheit war in diesem Falle die entgegengesetzte der früheren, denn sie lag von dem Punkte, auf welchen ich meine Augen richtete, mir zur Rechten (statt früher zur Linken) und ich hatte folglich keinen Grund einen Zusammenhang mit dem vorherigen Uebel anzunehmen.

Das neue *Punctum caecum* hatte in beiden Augen eine ähnliche Lage, und stand vom Mittelpunkt ungefähr um einen Winkel von 3 Graden ab, denn wenn ich nach einem Gegenstand von beiläufig 5 Ellen Entfernung sah, so lag der nichtgesehene Punkt nahe um 10 Zoll von dem wirklich betrachteten Punkte ab.

Dieſsmal verlieſs mich das Uebel, nachdem es ungefähr 20 Minuten ohne Veränderung angehalten hatte, sehr plötzlich und zwar wohl nur auf die angenehme Nachricht, die ich hinſichtlich der glücklichen Ankunft eines meiner Freunde erhielt, der ſich in eine ſehr gefährliche Unternehmung eingelaſſen hatte.

Indem ich über dieſen Vorfall nachdachte, ſchien es mir, als ſey durch ihn eine gewiſſe Anordnung der optiſchen Nerven angedeutet, die zwar mit der allgemein angenommenen Hypotheſe von der Durchkreuzung der optiſchen Nerven nicht beſtehen konnte, aber dennoch eine ſehr glaubwürdige Erklärung der Thatſachen zu liefern verſprach.

Da die correſpondirenden Punkte in beiden Augen gleichzeitig von der Krankheit befallen wurden, ſo rührt dieſe Sympathie offenbar von der Bauart dieſer Theile her und nicht bloſs von der Gewohnheit des gleichzeitigen Empfindens, wie man ſchlieſsen könnte, wenn man nur die Aufnahme der gewöhnlichen Eindrücke allein erwägt. Jeder der beiden Punkte muſs offenbar aus demſelben Nerven mit Faſern verſehen werden und der Sitz der Krankheit, an der die ähnlichen Theile beider Augen litten, in einem Orte befindlich ſeyn, der in einem gewiſſen Abſtande von den Augen auf dem Wege der Nerven liegt wo dieſe Filamente ſich vereinigen, wahrſcheinlich in einen von den beiden Thalamis nervorum opticorum.

Es iſt alſo klar, daſs der Strang, der unter dem Namen des optiſchen Nervens endlich zum Auge gelangt, als aus 2 verſchiedenen Theilen beſtehend an-

gesehen werden muss, von welchen der eine aus dem rechten und der andere aus dem linken Thalamus entspringt.

Dieser Voraussetzung gemäss findet die Durchkreuzung nur zwischen den anliegenden Theilen der Nerven Statt. Derjenige Theil des Nerven, welcher vom rechten Thalamus zur rechten Seite des rechten Auges übergeht, gelangt zu seiner Bestimmung ohne sich mit dem andern zu schneiden, und auf gleiche Art wird die linke Seite des linken Auges mit einem Theil der Nerven des linken Thalamus versehen; die übrigen Hälften beider Nerven führen hingegen zu den Augen der entgegengesetzten Seite und kreuzen sich mit oder ohne Vermischung ihrer Fibern.

Betrachten wir nun mit Aufmerksamkeit die Thatsachen, welche die vergleichende Anatomie bei den Fischen aufgefunden hat, so werden wir finden, dass in der Durchkreuzung der ganzen Nerven von den entgegengesetzten Augen, nichts Widersprechendes liegt mit der obigen Hypothese von der Anordnung des optischen Nerven bei den Menschen. So z. B. haben am Kopfe des Störs die Augen eine solche entgegengesetzte Lage, dass bei ihnen keine Punkte wie bei uns vorhanden seyn können, welche dieselben Eindrücke empfangen; es ist also bei ihnen nicht nöthig, dass die correspondirenden Punkte des Sehens Fibern aus demselben Nerven erhalten.

Das links sehende Auge, bei welchem die Netzhaut nur auf der rechten Seite liegt, wird mit einem optischen Nerven versehen, der gänzlich aus dem rechten Thalamus entspringt, hingegen das rechte Auge in seiner zur Linken befindlichen Netzhaut nur

die Fibern des linken Thalamus aufnimmt, und damit die Gegenstände der rechten Seite wahrnimmt. Es läſst sich erwarten, daſs bei dieſem Thiere eine Verletzung des linken Thalamus nur allein in dem rechten Auge eine Blindheit veranlaſst, während bei uns durch einen ähnlichen Umſtand nur die linke Hälfte der Netzhaut eines jeden Auges unempfindlich wird und eine Blindheit für die uns zur Rechten liegenden Gegenſtände entſteht.

Eine Unpäſslichkeit, die einem meiner Freunde begegnete, ſcheint dieſe Schlüſſe vollkommen zu beſtätigen, ſo weit dieſs wenigſtens von einem einzigen Beiſpiele möglich iſt. Nachdem derſelbe mehrere Tage hindurch an der linken Schläfe und hinter dem linken Auge an heftigen Schmerzen gelitten hatte, fand ſich ſein Geſicht beträchtlich geſchwächt und einige andere begleitende Symptome deuteten auf eine leichte Compreſſion des Gehirns.

Erſt nach Verlauf von 3 oder 4 Wochen ſah ich ihn wieder; auſser einigen andern Uebeln, die hier zu erwähnen überflüſſig ſeyn würde, fand ich ihn mit einem Geſichtsmangel befallen, der dem meinigen ähnlich war, nur daſs der ſeinige eine viel gröſsere Ausdehnung beſaſs und leider auch viel länger anhielt. Damals und noch jetzt erſtreckte ſich ſeine Blindheit nur auf diejenigen Gegenſtände, welche dem Mittelpunkt des Sehens zur Rechten lagen. Glücklicherweiſe iſt das Geſichtsfeld bei ihm noch groſs genug, um vollkommen ſchreiben zu können. Er ſieht was er ſchreibt und die Feder, mit der er ſchreibt, aber nicht die Hand, welche dieſe führt. Dieſe Krankheit iſt, ſo weit ich beobachten kann, die

nämliche in beiden Augen und besteht aus einer Unempfindlichkeit der Netzhaut an der linken Seite eines jeden von ihnen. Es ist sehr wahrscheinlich, daſs zur Zeit als das Uebel entstand, eine Ergieſsung an dieser Seite des Kopfes stattfand und den linken Thalamus in einen bleibenden Zustand von Zusammendrückung zurücklieſs.

Diese partielle Blindheit hat ohne merkliche Besserung jetzt so lange angehalten, daſs es sehr zweifelhaft bleibt, ob mein Freund wird jemals die Gegenstände wieder wahrnehmen können, die ihm zur Rechten liegen.

Wenn wir die so eben beschriebenen Erscheinungen nochmals zusammenfassen, so finden wir, daſs die partielle Blindheit gleichzeitig beide Augen ergreift. Diese Sympathie in der Krankheit ist leicht eingesehen, wenn man annimmt, daſs die Theile, welche gleichzeitig leiden, ihre Nerven aus derselben Quelle empfangen, und die anderen Hälften der Augen, welche zur selben Zeit nicht auf eine ähnliche Art ergriffen sind, gemeinschaftlich aus einer zweiten Quelle mit Nerven versehen werden, auch ist der Schluſs sehr leicht, daſs bei dem gewöhnlichen Sehen die Sympathie der Punkte, welche ähnliche Eindrükke von denselben Gegenständen erhalten, ebenfalls von jener Anordnung der Nerven bedingt wird, die durch die so eben erwähnte Krankheit entdeckt wurde.

Wir finden überdieſs bei den Stören (und auch bei einigen andern Fischen), deren Augen schwerlich dasselbe Object zur nämlichen Zeit sehen können und keine correspondirende Punkte haben, welche für ge-

wöhnlich sympathisiren, dass die beiden Augen nicht die Fibern aus derselben Quelle erhalten, sondern dass jedes derselben seine Nerven gänzlich von der entgegengesetzten Seite des Gehirnes empfängt.

Durch die Bauart dieser Fische werden wir belehrt, dass die Wahrnehmung von Gegenständen an der einen Seite von den Nerven abhängt, die auf der andern Seite des Gehirns entspringen, und durch den letzten Fall des krankhaften Sehens, der oben erwähnt ward, finden wir, dass auf eine anscheinende Verletzung der einen Seite des Gehirns eine Blindheit für diejenigen Punkte erfolgt, welche auf der entgegengesetzten Seite des von den Augen angeschauten Punktes liegen. Die Vertheilung der Nerven, wie ich sie in dem Obigen zu beschreiben versuchte, scheint mir durch ihre völlige Uebereinstimmung mit den Thatsachen hinlänglich erwiesen; man kann sie die Semi-Decussatio des optischen Nerven nennen.

Ueber das einfache Sehen mit beiden Augen.

Dass die Seele nur einen Eindruck empfängt, während auf den correspondirenden Punkten unserer beiden Augen gleichzeitig zwei Bilder erzeugt werden, können wir, so lange die Betrachtungen sich nur auf den Fall des gesunden Sehens erstrecken, einer gewohnten Sympathie beider Theile zuschreiben, ohne weiter den Ursprung dieser Sympathie nachzuforschen, noch zu untersuchen, weshalb bei den Kindern die Augen viel lieber eine gewisse correspondirende Richtung annehmen, als die des Schielens.

Setzen wir aber voraus, dass diese Sympathie von der Structur und einem gewissen Zusammenhang

der Nervenfasern abhängig ist, so sehen wir deutlich ihren Ursprung ein, eben so zeigt sich uns der Grund, weshalb die Kinder damit anfangen ihren Augen die correspondirende Richtung zu geben, und endlich sind wir auch in Lösung der so oft behandelten Frage, des einfachen Sehens mit beiden Augen, um einen Schritt weiter gekommen, wenn wir nicht sie ganz dadurch erlangt haben.

Es mag vielleicht einigen Personen auffallend erscheinen, dass eine einzige Person drei Beispiele einer so seltenen Krankheit erlebte. Ich glaube gegentheils, dass diese Halbblindheit viel verbreiteter ist als man gemeiniglich annimmt, und ich möchte mich mit eben so vielem Rechte wundern, dass sie sich bisher der Beobachtung entzogen habe *), wäre mir nicht bekannt, wie viele Thatsachen unbeachtet bleiben, weil es an ihrer Erklärung mangelt. Ich selbst habe ja einmal und auf lange Zeit die Schlüsse übersehen, die sich aus dieser Krankheit ziehen lassen, und würde die Ursache derselben vielleicht nie eingesehen haben, wenn ich nicht zum zweiten Male mit derselben befallen ward.

*) Richter hat im 3ten Theile seiner Anfangsgründe der Wundarzneikunst Cap. 16. p. 478 diese Halbblindheit unter dem Namen Amaurosis dimidiata behandelt. Aus einem daselbst beschriebenen Beispiele scheint er ähnliche Zufälle wie die obigen gesehen zu haben; jedoch hat er nicht das Korrespondiren des Uebels in beiden Augen bemerkt.

So eben da ich diese Zeilen schreibe, finde ich noch zwei Beispiele mehr von einer solchen Krankheit. Einer meiner Freunde ward vor 16 bis 17 Jahren beständig von dieser befallen sobald sein Magen in beträchtliche Unordnung gerieth. Bei ihm lag die Blindheit stets auf der rechten Seite von dem Mittelpunkt des Sehens, und in Ermanglung einer richtigen Betrachtung sah er sie als eine temporäre Unempfindlichkeit des rechten Auges an; er ist aber jetzt überzeugt, dass diess nicht die wahre Ursache sey, sondern dass beide Augen gleichzeitig mit dieser halben Blindheit behaftet sind. Diess Symptom einer Indigestion bei ihm, verlor sich gewöhnlich nach Verlauf von 15 bis 20 Minuten und verging ohne eine bleibende Unvollkommenheit im Sehen zurückzulassen.

Von dem fünften Falle habe ich die Person nicht gesehen, aber ich habe vernommen, dass bei ihr die Krankheit oft zurückkehrt, gewöhnlich mit Kopfweh begleitet ist, und ohne merkliche Veränderung ungefähr 15 bis 20 Minuten hindurch anhält.

V.

Beschreibung zweier aus Quarzfasern bestehenden Flächen, die durch das Zerbrechen eines grofsen Quarzkrystalles entstanden waren und sich unfähig erwiesen das Licht zurückzuwerfen;

von

Dr. David Brewster *).

(der K. Gesellschaft zu Edinburgh vorgelesen am 17. Mai 1824.)

Das sehr merkwürdige Stück Quarz, welches ich zu beschreiben Willens bin und der K. Gesellschaft vorlege, gehört dem Kabinet der Marquise von Huntly, welche so gütig war mir dasselbe zu einer besonderen Untersuchung zu überlassen. Der Krystall, von welchem es ursprünglich einen Theil ausmachte, hielt 2¼ Zoll im Durchmesser und besafs eine lichte Rauchfarbe, war aber nur in dünnen Stücken durchsichtig. Er ward von Hrn. Sanderson, einem Juwelier, in Edinburg zum Behufe seiner Arbeit von einander gebrochen, und da dieser die Dunkelheit seines Bruches bemerkte, so legte er ihn bei Seite um ihn mir zu zeigen.

Auf den ersten Anblick schien mir, wie jedem andern, die völlige Schwärze der getrennten Flächen von einem dünnen Ueberzug einer undurchsichtigen

*) Edinb. Journ. of Science I. 108.

und feinzertheilten Materie herzurühren, die durch eine Spalte in den Kryſtall eingedrungen war; aber dieſe Meinung ward augenblicklich widerlegt als ich bemerkte, daſs beide Flächen eine gleiche und gleichförmige Schwärze beſaſsen und gegen das Licht gehalten vollkommne Durchſichtigkeit zeigten.

Obgleich ich jetzt nicht mehr zweifelte, daſs die Erſcheinung völlig optiſcher Natur ſey und daſs die ſchwarze Farbe der Flächen von den dünnen und kurzen Quarzfaſern herrühre, aus welchen ſie beſtanden, und die einen ſo überaus geringen Durchmeſſer beſaſsen, daſs ſie unfähig wurden einen einzigen Strahl des ſtärkſten Lichtes zu reflectiren; ſo war ich dennoch begierig dieſe ſonderbare Thatſache durch einen Verſuch zu beſtätigen.

Nachdem ich gefunden hatte, daſs ſchwarze Farbe der Oberfläche durch keine der gewöhnlich zum Reinigen gebrauchten Subſtanzen angegriffen wurde, unterwarf ich das Fragment der Wirkung kalter und erhitzter Säuren, allein ſeine Oberflächen blieben dadurch unverändert. Ich tauchte hierauf daſſelbe in Anisöl, deſſen Brechungsvermögen ſich ſehr dem des Quarzes nähert, und als ich nun unterſuchte, was an der gemeinſchaftlichen Fläche des Quarzes und Anisöls vor ſich gehe, fand ich, daſs die Schwärze verſchwunden war und daſs das Fragment ſowohl im reflectirten als durchgelaſſenen Lichte ſich völlig ſo verhielt wie jedes andere Quarzſtück von gleicher Durchſichtigkeit. Nahm ich die Fläche aus dem Oel, ſo kehrte die urſprüngliche Schwärze zurück und die faſerige oder ſammtartige Natur der Oberfläche *wurde* dem Auge ſichtbar durch die leichten Farben-

veränderungen, die auf eine Zusammendrückung der Fasern an der einen Seite erfolgten.

Da diese Versuche hinreichten um zu zeigen, dass die Grösse der Fasern viel geringer war als die Dicke jener Quarzplatte, welcher das Vermögen zum Reflectiren des Lichtes fehlte, so war ich begierig ihre Grösse durch eine annähernde Messung zu bestimmen. Die dünnste Substanz, die man irgendwo beobachtet, ist gewiss das Häutchen einer Seifenblase kurz vor dem Zerspringen; Newton hat jedoch beobachtet, dass diess Häutchen dennoch von der Sonne oder der Kerzenflamme ein schwaches Bild zurückwirft. Ihre Dicke musste daher nahe derjenigen gleichkommen, welche Newton die des *anfangenden Schwarzes* nennt und die beim Wasser eine Dicke von $\frac{1}{750,000}$ eines Zolles besitzt. Der Farbenton der Quarzfläche hat jedoch einen etwas tieferen Charakter und kann nicht das *wahre Schwarz* der Newton'schen Skale überschreiten, welchem im Quarz ein Drittel eines Millionentheils eines Zolles korrespondirt oder welches gleich ist einem Viertel des dünnsten Theils der Seifenblase.

Wenn die beiden Quarzflächen durch Fasern von einer grösseren Gestalt getrennt gewesen wären, so würde die Farbe der Oberfläche vielleicht roth, oder blau, oder gelb, oder grün gewesen seyn; ein solches Gefüge würde zwar das Auge mehr ergötzt haben, aber weniger bewundernswerth gewesen seyn als das, was so eben beschrieben wurde.

In der Sammlung des Hrn. Allan hat Hr. Haidinger eine Gruppe von Quarzkrystallen aus der

Dauphiné beobachtet, von welchen einige quer durchgebrochen waren und eine Fläche zeigten, die sich hinsichtlich ihrer Structur der so eben betrachteten sehr näherte. Da diese Krystalle jedoch durchsichtig waren und das Licht von allen Seiten zuliessen, so schien die Bruchfläche niemals schwarz. Es leidet jedoch keinen Zweifel, daſs die Schwärze der Flächen sichtbar geworden wäre, wenn man die Krystalle mit schwarzem Wachs umgeben hätte, denn alsdann würde nur dasjenige Licht zum Auge gelangt seyn, was auf der faserigen Fläche eingefallen war.

In einen groſsen mit mehreren Spalten versehenen Amethistkrystall habe ich mittelst eines guten Mikroskopes sehr merkwürdige Bildungen an den getrennten Flächen bemerkt, indem sie eine Reihe von glänzenden Farben zeigten, die von den kleinen Spizzen ausliefen, aus welchen die Fläche gebildet ist. Wir können daher erwarten in dem Bruche des Quarz, Fasern von einer solchen Gröſse aufzufinden, daſs sie die glänzendsten Farben des Spectrums in gleichförmigen Tinten entfalten.

VI.

Beobachtungen über die, in den Mineralien, durch Wärme erregte Elektricität;

von

Dr. David Brewster *).

Die glänzenden Entdeckungen des Hrn. Prof. Oersted über die magnetischen Wirkungen der Elektricität, so wie die des Hrn. Dr. Seebeck über den Thermomagnetismus gewisser Metalle, haben der Elektricitätserregung in den Mineralien mittelst Wärme, als einem verwandten Gegenstande ein hohes Interesse gegeben. Dessenungeachtet sind, so viel ich weiss, die Physiker nicht durch sie veranlasst worden ihre Aufmerksamkeit auf die letztere Klasse von Erscheinungen zu lenken, und seitdem Hauy seine Beobachtungen bekannt gemacht hat, scheinen späterhin keine über die Erzeugung der Elektricität durch Wärme angestellt worden zu seyn.

Welcher Physiker zuerst beobachtete, dass der *Turmalin* durch eine einfache Erwärmung elektrisch werde, ist nicht bekannt; jedoch leidet es wenig Zweifel, dass Lemery der erste war, der dieser Erscheinung erwähnte **). Aepinus zu Petersburg unter-

*) nach d. Ed. Journ. of Sc. II. p. 208.

**) Mém. de l'acad. de Paris 1719.

suchte sie darauf zuerst mit Ausdauer und Erfolg. Die Versuche dieses scharfsinnigen Physikers sind in den Memoiren der Academie zu Berlin vom Jahre 1756 unter dem Titel: *De quibusdam experimentis electricis notabilioribus* beschrieben. Benjamin Wilson, Priestley und Canton setzten die Untersuchungen fort, und letzterer entdeckte dieselbe Eigenschaft auch an dem *brasilianischen Topas*. Es war jedoch dem Scharfsinn und der Geduld eines Hauy vorbehalten, die Erscheinungen weiter ins Einzelne zu verfolgen, mehrere interessante Beziehungen, welche sich der Untersuchung seiner Vorgänger entzogen hatten, zu entdecken und die geringe Zahl der als pyro-elektrisch bekannten Mineralien durch einige andere zu vergröſsern. Folgendes ist das Verzeichniſs der von Hauy als pyro-elektrisch aufgeführten Mineralien, mit Beifügung der Namen derer, welche sie zuerst als solche erkannten:

Turmalin,	Lemery	Mesotype	Hauy
Topas,	Canton	Prehnit	Hauy
Axinit,	Brard	Zinkoxyd	Hauy
Boracit,	Hauy	Sphen	Hauy

Die von Hauy und den früheren Physikern beobachteten pyro-elektrischen Erscheinungen sind der Hauptsache nach folgende:

1. Wenn ein prismatischer Turmalin-Krystall erwärmt wird, so zeigt derselbe an einem Ende positive und an dem andern Ende negative Elektricität, welches man durch seine Wirkung auf eine elektrische Nadel und sein Vermögen leichte Körper anzuziehen und abzustoſsen, bemerken kann.

2. Bei einem gewissen Grad von Wärme zeigt der Turmalin keine Elektricität. Läſst man ihn erkalten, so kommt diese wieder zum Vorschein, sie verschwindet indeſs abermals, wenn die Temperatur ungefähr auf 32° F. gesunken ist. Bei einer weiteren Erkaltung erscheint die Elektricität zum 2ten Male, aber jetzt in umgekehrter Anordnung, denn dasjenige Ende des Turmalin, welches früher negativ elektrisch war, besitzt jetzt positive Elektricität *).

3. In vielen der Krystalle, welche durch Wärme elektrisch werden, hat die Vertheilung der Elektricität Aehnlichkeit mit der des Magnetismus in einem Stab von Stahl. Die Pyroelektricität hat ihre Maxima oder Pole an den Enden des Krystalles und nimmt von diesen allmählig bis zum Mittelpunkt des Krystalles ab, wo sie gänzlich verschwindet.

4. Im Boracite wird die Elektricität auf eine gleiche Art durch die Wärme erregt. Die primitive Form dieses Minerals ist der Würfel und von den vier Axen, welche die Ecken desselben verbinden, hat jede an einem ihrer Enden positive und am andern negative Elektricität. Wenn der Krystall um eine seiner Axen gedreht wird, so zeigen die aufeinander folgenden Axen abwechselnd positive und negative Elektricität. Die Intensität erreicht auf jeder Axe nahe an deren Ende ihr Maximum, und vermindert sich von diesen Punkten ab sehr schnell.

5. Hauy beobachtete, daſs der *Gallmey* bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft elektrisch ist

*) Diese sonderbare Thatsache, welche vor einigen Jahren von Hauy als neu angegeben wurde, scheint von Canton entdeckt zu seyn.

und dafs die Pole dabei in Bezug auf den *Turmalin* eine umgekehrte Lage befitzen.

6. Bei einer aufmerkfamen Beobachtung der pyroelektrifchen Erfcheinungen fand Hauy die merkwürdige Thatfache, dafs während bei der grofsen Maffe der Kryftalle die korrefpondirenden Theile in Zahl und Anordnung der Flächen einander ähnlich find, die pyroelektrifchen Kryftalle eine Abweichung von diefer Symmetrie zeigen. In dem Turmaline befindet fich z. B. die pofitive Elektricität an dem Ende der Säule, was 6 Flächen befitzt, und die negative Elektricität an dem Ende mit 3 Flächen. Daraus vermuthet er, dafs die beiden elektrifchen Fluida einen entgegengefetzten Einflufs auf die Kryftallifations-Gefetze ausgeübt haben, der auf die Kryftallform übergegangen ift.

Von diefem kurzen Abrifs der Arbeiten Hauy's und feiner Vorgänger in diefem Theile der Phyfik, werde ich nun zu den Verfuchen übergehen, die ich felbft vor mehreren Jahren über diefen Gegenftand unternommen habe, und die Refultate anführen, zu welchen ich gelangte.

Diefe Verfuche wurden fchon in den Jahren 1817 und 1818 angeftellt, aber bisher in der Hoffnung nicht bekannt gemacht, dafs ich Mufse finden würde fie auf grofse und gutausgebildete Kryftalle der verfchiedenen Mineralkörper ausdehnen zu können. Da ich indefs keine Ausficht habe diefe Arbeit zu vollenden, fo überliefere ich fie denen, die mehr Mufse haben wie ich, und möchte fie vor allen den *jungen* und thätigen Phyfikern als eine ergiebige

Quelle zu Entdeckungen empfehlen, die zu einem guten Mineralien-Kabinett Zutritt genießen.

I. Ueber das Vorhandenseyn der Pyroelektricität in den verschiedenen Mineralien.

Zur Auffindung der Pyroelektricität in den Mineralien, in welchen sie nur geringe Intensität besitzt, bediente ich mich der inneren Membrane der *Arundo Phragmitis*, welche mit einem Messer in sehr kleine Stücke zerschnitten und darauf gut getrocknet wurde. Die Pyroelektricität eines Minerals wurde, nachdem es erhitzt worden war, durch die Kraft bestimmt, mit der es einen oder mehrere dieser leichten Körper hob. Ich gebrauchte überdieß eine zarte Nadel von Messing, die auf einem Hütchen von gutgeschliffenem Granat schwebte und noch durch sehr geringe Grade von Elektricität in Bewegung gerieth.

Auf diese Art fand ich folgende Mineralien der Pyroelektricität fähig:

Scolezit *)
Mesolit *)
Grönländischen Mesotyp
Kalkspath
Gelben Beryll
Schwerspath
Schwefelsauren Strontian (Coelestin? *P.*)
Kohlensaures Blei
Diopsid
rothen und blauen Flußspath
Diamant
Gelbes Auripigment
Analcime
Amethyst
Quarz aus der Dauphiné
Idocrase
Mellit?
natürlichen Schwefel
Granat
Dichroit

*) Es ist wahrscheinlich, daß Hauy's *Mesotyp* eins oder das andere von diesen Mineralien war.

Bei Unterſuchung der Elektricität des Turmalins fand ich, daſs ſie ſich ſchon auf eine genügende Art an einem dünnen Scheibchen beobachten laſſe, das irgendwo von der Säule genommen ward. Der Verſuch läſst ſich am vortheilhafteſten anſtellen, wenn die Flächen der Scheibe ſenkrecht auf der Axe der Säule ſtanden. Wenn man eine ſolche Turmalinſcheibe auf eine Glasplatte legt und letztere darauf durch kochendes Waſſer erhitzt, ſo haftet die Scheibe ſo ſtark an dem Glaſe, daſs man dieſes umkehren kann, ohne daſs ſie in den erſten 6 oder 8 Stunden abfällt. Auf dieſe Art ſind Scheiben von einer ſehr beträchtlichen Breite und Dicke fähig, ihr eigenes Gewicht zu tragen.

II. Ueber das Vorhandenſeyn der Pyroelektricität in künſtlichen Kryſtallen.

Es geht aus keiner von Hauy's Schriften hervor, daſs er in den aus wäſſerigen Löſungen entſtehenden Kryſtallen pyroelektriſche Eigenſchaften vermuthet habe. Als ich einen dieſer Kryſtalle dem Verſuche unterwarf, war ich überraſcht die Eigenſchaft an demſelben zu entdecken und zwar in einem beträchtlichen Grade. Folgendes iſt das Verzeichniſs derjenigen Kryſtalle, bei welchen ich Elektricität entdeckte:

Weinſteinſaures Kali - Natron	Schwefelſaure Magneſia
Weinſteinſäure	Blauſaures Eiſen - Kali
Kleeſaures Ammonium	Zucker
Chlorſaures Kali	Bleizucker
Schwefelſaure Natron - Magneſia	Kohlenſaures Kali
Schwefelſaures Ammonium	Citronenſäure
- - Eiſen	Queckſilberſublimat

Unter dieſen Kryſtallen waren das *weinſteinſaure Kali-Natron* und *Weinſäure* in einem beträchtlichen Grade pyroelektriſch; die Wirkung einiger von den übrigen Salzen iſt verhältnifsmäſsig ſchwach.

III. Ueber die Pyroelektricität des Turmalin-Pulvers.

Unter den ſonderbaren Eigenſchaften des künſtlichen Magneten iſt keine merkwürdiger als diejenige, daſs jedes von ihm abgetrennte Stück einen wirklichen Magneten mit eigener Nord- und Südpolarität darſtellt. Ganz dieſelben Eigenſchaften entdeckte Canton an dem Turmalin, denn er fand, daſs wenn derſelbe voneinander gebrochen ward, jedes Stück, mittelſt Erregung durch Wärme zwei entgegengeſetzte Pole beſaſs. Coulomb hat die Thatſache am Magneten höchſt ſinnreich dadurch erklärt, daſs er annahm, jedes Partikelchen des Magneten ſey ſelbſt ein Magnet, der ſeine entgegengeſetzten Polaritäten beſitze; eine Erklärung, die Hauy ſpäter auf die analogen Erſcheinungen am Turmaline übertrug.

Bringt man jedoch den Magnet durch irgend eine mechaniſche Operation, als durch Feilen, Zerſtoſsen u. ſ. w. in einen verkleinerten Zuſtand, ſo finden wir, daſs die Stahltheilchen alsdann ihrer magnetiſchen Eigenſchaften beraubt ſind, indem ihre Coërcitivkraft durch die Schwingungen oder Erſchütterungen zerſtört wurde, die mit dem Prozeſs der Zerkleinerung unzertrennlich verbunden ſind. Die Analogie läſst erwarten, daſs das Pulver des zerſtoſsenen Turmalins ebenfalls keine pyroelektriſchen Erſcheinungen zeigen werde, wenigſtens zweifle ich

nicht, dafs die meiſten Phyſiker, im Vertrauen auf die erkannte Analogie dieſe Meinung hegen.

Um über dieſen Punkt Gewiſsheit zu erhalten, zerſtieſs ich ein Stück eines groſsen undurchſichtigen Turmalins in einem Stahlmörſer zum feinſten Pulver. Brachte ich nun das Pulver auf eine Glasplatte und neigte die letztere, ſo lieſs es ſich abſchütten, wie alle harten Pulver, ohne irgend eine Spur von Anhaftung entweder unter ſich oder mit dem Glaſe zu verrathen. Ward aber das Glas bis zu der geeigneten Temperatur erhitzt, ſo hing das Pulver ſtark am Glaſe, und wenn es mit irgend einer trocknen Subſtanz aufgerührt ward, ſo haftete es dieſer an und ballte ſich zu Maſſen zuſammen.

Dieſe Klebrigkeit oder Anlage zuſammengeballte Maſſen zu bilden verringerte ſich mit dem Erkalten, und bei der gewöhnlichen Temperatur hatte es wiederum alle Cohärenz verloren.

Hieraus folgt, daſs der Turmalin ſeine pyroelektriſchen Eigenſchaften ſelbſt in dem Zuſtand des feinſten Staubes behält und daſs dieſer Staub bei Erhizzung von jedem Körper angezogen wird.

Dieſer ſonderbare Widerſpruch mit der Analogie zwiſchen den pyroelektriſchen und magnetiſchen Kräften, findet einen paſſenden Gegenſatz in der Vertheilung der doppelten Strahlenbrechung bei regelmäſsig kryſtalliſirten Körpern und bei Glasplatten, die nach dem Rothglühen ſchnell abgekühlt wurden. Bei einem Kalkſpathkryſtall, der in tauſend Stücke gebrochen wird, zeigt das kleinſte Fragment im verkleinerten Maaſsſtab die nämliche Anlage zur doppelten Strahlenbrechung, wie das gröſste Rhomboëder dieſes

Minerals; hingegen eine Glasplatte, die ihre Structur zur doppelten Strahlenbrechung durch schnelles Erkalten bekommen hat, sich ähnlich verhält wie ein Stab von Stahl. Wird ein beträchtliches Stück von einer Glasplatte abgeschnitten, so besitzt es, wenn auch von deren positiven Theil genommen, nach seiner Ablösung, beide Structuren positive und negative, wird dieses aber auf sehr kleine Fragmente gebracht oder zerstossen, so ist das Gefüge zur doppelten Strahlenbrechung verschwunden. Wenn also eine beliebige Anzahl dieser kleinen Fragmente nach ihrer Trennung wieder zusammengesetzt werden, so besitzen sie nicht die Kraft zur doppelten Strahlenbrechung, als vorher, da sie noch eine Platte ausmachten; der Verlust des zur doppelten Strahlenbrechung nöthigen Gefüges steigt mit dem Grade der Zerkleinerung.

Diese treffende Analogie zwischen den elektrischen Kräften und denen der doppelten Strahlenbrechung, erlangt ein neues Interesse durch die bekannten Beziehungen zwischen den elektrischen und magnetischen Kräften und ist wohl einer weitern Verfolgung werth. In einem Aufsatze, welcher in einem der nächsten Stücke meiner Zeitschrift erscheinen wird, werde ich Gelegenheit nehmen, auf mehrere nahe Beziehungen zwischen den Erscheinungen des Magnetismus und denen der doppelten Strahlenbrechung aufmerksam zu machen, durch welche diejenigen physikalischen Grundsätze neues Licht erhalten können, die schon so manche Aehnlichkeiten in den Erscheinungen dieser drei Lehren herbeiführten.

IV. Ueber die Pyroelektricität des vom Kryſtallwaſſer befreiten Scolezit- und Meſolit-Pulvers.

Da das Turmalinpulver, mit dem die vorhergehenden Verſuche angeſtellt wurden, durch ſeine Zerkleinerung keine chemiſche Veränderung erlitt, ſo war ich begierig zu verſuchen, ob die Pyroelektricität in den Mineralien erregt werden könne oder nicht, wenn dieſen einer ihrer Beſtandtheile geraubt würde. Zu dieſem Zweck verwandelte ich den Scolezit und Meſolit durch Erhitzung zu Pulver und nahm ihnen hiedurch das Kryſtallwaſſer, welches man gegenwärtig als weſentlichen Beſtandtheil in den Mineralien anſieht. Als ich das Pulver auf einer Glasplatte der Hitze ausſetzte, haftete daſſelbe an dem Glaſe wie das Turmalinpulver, und als es durch irgend eine beliebige Subſtanz aufgerührt ward, hing es dieſer an und ballte ſich zuſammen wie friſchgefallener Schnee.

Dieſe Thatſache iſt ſehr belehrend und hätte ſchwerlich vorhergeſehen werden können. Da viele Mineralien nur durch die Menge ihres Kryſtallwaſſers verſchieden ſind, ſo kann man das ſo eben pyroelektriſch gewordene Pulver weder als Scolezit noch als Meſolit betrachten, ſondern muſs es als ein anderes bisher noch nicht bekanntes Mineral anſehen. Die von dem Pulver entwickelte Pyro-Elektricität kann folglich nicht als eine Eigenſchaft des ungepülverten Minerals betrachtet werden, ſondern nur als die einiger ſeiner Beſtandtheile. Welchen Beſtandtheilen, oder welcher Verbindung von ihnen die Pyro-Elektricität inne wohnt, wird leicht durch fernere Verſuche zu entdecken ſeyn.

V. Ueber den wahrscheinlichen Einfluſs der Zwillingsbildung (crystallographic composition) auf die Vertheilung der Elektricität in den Mineralien.

Obgleich ich nicht so glücklich war, solche Krystalle anzutreffen, welche zur Untersuchung dieses Theiles der Aufgabe erforderlich sind, so giebt es doch einige Thatsachen, die hinreichende Wichtigkeit besitzen um bei einer solchen Untersuchung beachtet zu werden.

Hauy erwähnt besonders eines Topaskrystalles *), in welchen die Pyroelektricität auf eine höchst merkwürdige Art vertheilt war. Er beobachtete, daſs beide Enden negative Pole besaſsen und der mittlere Theil Anzeigen von positiver Elektricität gab. Da diese Erscheinung nur bei *einem* Mineral beobachtet ward und nur bei *einem* Exemplar desselben, auch die Erscheinungen des Magnetismus (? *P.*) und der Elektricität genau das Entgegengesetzte zeigen, so ist es sehr wahrscheinlich, daſs der Krystall, an welchem er dieses beobachtete, ein Zwilling war, in welchem sich die beiden positiven Pole berührten.

Obgleich der Scolezit und Mesolit Zwillige sind, so kann dieſs dennoch keinen Einfluſs auf die Vertheilung der durch Hitze erregten Elektricität haben, weil die Zwillingsebenen parallel mit der Axe des Prisma's liegen. Es ist also der Topas nebst einigen andern pyroelektrischen Mineralien, an welchen wir den Einfluſs der Zwillingsbildung zu untersuchen haben **).

*) Traité de Minéralogie 2 Ed. Tom. II. p. 154. Ich hoffe, daſs dieser Krystall sich im Besitz des Herzogs von Buckingham befinde, welcher, wie ich höre, das reiche Kabinet von Hauy erstanden hat.

**) Ein anderes Beispiel von einem sehr wahrscheinlichen Einfluſs der Structur auf die Entwicklung der Elektricität bietet der *Analcim* dar, bei dem die Eigenschaft, durch Reibung nur im geringen Grade elektrisch zu werden, von der Hauy den Namen des Minerals entlehnte, offenbar von seiner eigenen mechanischen Structur veranlaſst wird.

VII.

Beobachtungen und Angaben über die Verminderung des Waſſers an der ſchwediſchen Küſte;

von

N. Bruncrona nebſt Bemerkk. darüb. v. C. P. Hällström.

(in freier Bearbeitung.)

Daſs man an den ſchwediſchen Küſten ſchon ſeit langer Zeit ein fortdauerndes Sinken des Waſſerſpiegels der Oſtſee und vor Allem des bothniſchen Meerbuſens zu bemerken glaubt, und daſs dieſe Erſcheinung ſeit der Mitte des vorigen Jahrhunderts, nachdem Celſius zuerſt die Aufmerkſamkeit der Phyſiker allgemeiner auf ſie hingelenkt hatte, zu mannichfachen Erörterungen Anlaſs gab, iſt bekannt und dem phyſikaliſchen Publikum noch neuerdings in einer ſehr ſchätzbaren hiſtoriſch-kritiſchen Zuſammenſtellung vom Hrn. v. Hoff *) überliefert worden. Vielen der einzelnen Beiſpiele, welche zur Stütze dieſer oder jener Hypotheſe aufgeſucht wurden, mangelt gewiſs entweder ganz oder zum Theil die erforderliche Beweisfähigkeit, aber im Allgemeinen ſcheint es wirklich Thatſache zu ſeyn, daſs *in Bezug auf die ſchwediſche Küſte* ein Zurücktreten des Waſſers ſtatt-

*) In deſſen: Geſchichte der durch Ueberlieferung nachgewieſenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche. Th. I. p. 407.

findet. Was bestritten werden kann und wie die Geschichte lehrt mit grosser Heftigkeit bestritten ward, betrifft, Einzelheiten abgerechnet, nur die Erklärung dieser Thatsache. Für jetzt hat man gewissermassen nur unter den bestehenden Hypothesen zu wählen, denn seitdem Celsius, aus den von ihm in grosser Anzahl aufgeführten Beispielen, auf eine wirkliche Abnahme des Wassers der Ostsee folgerte; mehrere seiner Landsleute, den Schluss durch Gegenbeispiele entkräftend, das Ganze auf eine Anschwemmung zurückzuführen suchten, und Herr Leopold v. Buch zuerst die Idee von einer allmähligen Hebung der sämmtlichen die Ostsee begränzenden Küsten der skandinavischen Halbinsel aussprach — seitdem scheint der Kreis der möglichen Erklärungsarten erschöpft und die Aufstellung einer vierten Ansicht durchaus unmöglich zu seyn. Die Unhaltbarkeit der ersten Hypothese ist längst erwiesen. Zu ihrer Widerlegung bedarf es keiner speziellen Kenntniss der Verhältnisse jenes Landes, denn dass das baltische Meer, welches mit dem Ocean in unmittelbarer Verbindung steht und in diesen einen so unbestimmten Abfluss hat, für sich allein nicht sinken könne, ist schon aus allgemeinen Gründen einzusehen und bedarf noch kaum der Bestätigung, dass man an den preussischen, deutschen und dänischen Küsten niemals eine Wasserverminderung bemerkte. Nicht so verhält es sich mit den beiden letzten Ansichten; über sie zu entscheiden, muss wie billig den Männern überlassen bleiben, die durch eigene Anschauung der Lokalverhältnisse dazu berechtigt sind. Jedenfalls können nur die letzten beiden

für den gegenwärtigen Augenblick auf Beachtung Anspruch machen.

Die beiden unter dem obigen Titel, in den Abhandlungen der K. Akademie zu Stockholm vom Jahre 1823 enthaltenen Aufsätze, haben nicht die Absicht, sich für eine oder die andere dieser Hypothesen zu erklären, sondern sind nur bemüht sichere und neue Data der Nachwelt zu überliefern.

Der erste, von Hrn. Bruncrona verfaſst, enthält einen Bericht an die K. Akademie, in welchem er die Resultate von seinen in den Jahren 1820 und 21 unternommenen Bemühungen, zur Ausmittlung des in den letzten 40 Jahren stattgefundenen (scheinbaren) Sinkens des Meeresspiegels an der schwedischen Küste, darlegt. Sein Bericht schlieſst manches ein, was nur für die Bewohner jener Gegenden Interesse hat, und deshalb finde nur dasjenige von ihm hier eine Stelle, was für die allgemeine Kenntniſs von Wichtigkeit ist.

Hr. Bruncrona bemerkt, daſs er mit Hülfe der Beamten der Loots-Einrichtung und anderer sachkundiger Männer nicht bloſs die schon früher bekannten Wasserzeichen, sondern auch die bisher nicht bekannten aufgesucht habe und daſs ihre Höhe über dem Spiegel der See aufs Neue festgesetzt ward. Eben so wurden zum Behuf einer künftigen Forschung neue Markzeichen in den Felsen eingehauen und wo sich hiezu keine Gelegenheit darbot, der Boden der See bei einem mittleren Stande des Wassers abgelothet, auch bei andern über dem Meere hervorragenden Felsen der senkrechte Abstand vom Wasser bestimmt.

Ueber den Betrag der ſcheinbaren Waſſerabnahme an den verſchiedenen Orten in den letzten 40 Jahren, giebt Hr. Br. folgende Tafel:

Provinz (Län)	Kirchſpiel	Ort	Breite des Ortes	Waſſer-abnahme während der letzten 40 Jahre
Vesterbotten	Bygdeå	Rataskär	63° 59'	1,50 Fuſs
		Ledskär		2,50
		—		0,50
Gefleborg	Rogsta	Balsö	61 43	2,50
		Hornslandet	61 37	2,83
	Njutånger	Agö	61 32	2,50
	Hille	Löfgrundet	60 45	2,50
Stockholm	Häfverö	Swartklubben	60 11	2,33
	Rådmansö	Gisslinge	59 46	0,17
		Söderarm	59 46	2,00
	Värmdö	Sandhamn	59 17	2,17
	Sorunda	Landsort	58 44	1,00
Nyköping	Bälinge	Hartsö	58 42	1,08
		Säfvesund	58 45	1,17
	St. Nicolai	Häfringe	58 35	2,00
Ostgothland	Jonsberg	Arkö	58 28	0,67
	Gryt	Kettilö	58 11	0,83
		Häradsskär	58 8	1,00
Kalmar	Loftahammar	Stedsholmen	57 50	1,00
	Kalmar	Skallö	56 41	0,41
Bleking		Carlskrona	56 10	
		Carlshamn	56 11	
Christianstad		Åhus	55 55	
Malmöhus		Falsterbo	55 23	
		Landskrona	55 52	
Halland	Morup	Glumsten	56 57	
	Onsala	Hålsund	57 21	
Bohus-Län	Marstrand	Koön	57 53	1,00
	Klöfvedal	Körkesund	58 2	
	Morlanda	Gullholm	58 11	
	Strömstad	Daniel	58 56	

Unter den der Tabelle beigefügten Bemerkungen möchten wohl die folgenden das meiste Interesse gewähren.

An den Küsten von *Gottland* hat man, den Nachrichten zufolge, welche die Directoren der Looteseinrichtung mittheilten, keine anderweitige Verminderung des Wassers bemerkt als solche, die durch Anschwemmung bewirkt ward. Diess bestätigt sich durch eine im Jahre 1713 von dem Hafen und der Rhede von *Slitö* verfertigte Karte, welche viele Angaben über die Wassertiefe enthält und zufolge welcher diese für den innern Hafen im Durchschnitt 20 bis 27 Faden und für die äussere Rhede 29 bis 36 Faden betrug. Genau dieselben Angaben finden sich auf einer Seekarte wieder, die im Jahre 1817 angefertigt ward. Dagegen ward der Hafen *Lutterhorn* in den letzten 12 oder 15 Jahren so mit angeschwemmten Geschieben gefüllt, dass jetzt nur noch für 2 Fahrzeuge die 5 Fuss tief gehen, Raum vorhanden ist, während ehedem von Schiffen die 8 bis 10 Fuss tief gingen, wohl 6 bis 8 Raum hatten. Die daselbst zum Kielholen angelegte Brücke war im Jahre 1818 so mit ähnlichen Geschieben überdeckt, dass man sie nicht mehr sehen konnte.

Was hingegen die Tiefe des Meeres an den entfernten und an dem längs der schwedischen Küste belegenen Fahrwasser betrifft, so behaupten die Lootsbeamten, dass zwar ein unbedeutendes Anschwemmen stattfand, jedoch hauptsächlich nur an solchen Orten, die dem Flugsand, den Geschieben oder dem Tang sehr ausgesetzt sind, oder deren Boden aus festem Gestein besteht. Ein solches Anschwemmen ist

namentlich bei einigen grösseren Städten und bei mehreren Fischerstellen beobachtet. So z. B. betrug die Tiefe des Hafens von *Landscrona* nach einer im Jahre 1771 verfertigten Karte bei mittlern Wasserstande 6 Faden, hingegen im Jahre 1817 nur 5 Faden.

Von *Haaparanda* längs der schwedischen Küste bis zur Gränze von Norwegen findet man Stellen in den Scheeren, wo nach dem Zeugniss aller sachkundigen Lootsen vor 60 bis 80 Jahren selbst 10 Fuss tiefgehende Fahrzeuge segeln konnten und gegenwärtig nur Boote von 2 bis 3 Fuss Tiefe fortzukommen vermögen, obgleich man in dem in der Nähe belegenen Fahrwasser noch so gut segeln kann wie zuvor. Als Grund hievon giebt man an, dass alles kalkartige und röthliche Gestein *ein Bestreben habe, sich von dem Grunde zu erheben*, ein Verhalten, von dem Hr. Bruncrona glaubt, dass es auch bei *Gottland*, *Öland* und andern Inseln stattfinde.

In den Scheeren von *Bohus-Län* ausserhalb Gothenburg, konnten vor 50 Jahren Schuten und Jachten, zwischen *Brännön* und *Rifön* durch *Brännösund* und bei *Hakesfjord* in gehörig tiefen Wasser fahren; jetzt hingegen kommen kaum kleine Fischerboote fort. Ein ähnliches Verhalten zeigt sich bei *Hönön*, *Aspersund* und mehreren andern Stellen. Die Lootsen versichern, dass in jedem Fahrwasser, *dessen Boden aus festem Gestein besteht*, die Tiefe des Wassers mit jedem Decennium abnehme. Diess Verhalten findet sich im Allgemeinen an der ganzen Küste von Bohus-Län und wurde auch bei *Glumsten* in Halland bemerkt.

Hrn. Bruncrona's Bericht enthält noch zu der Tabelle eine Menge Nachweisungen, die sich aber zu sehr auf lokale Verhältnisse beziehen, als dass sie von allgemeinerem Interesse seyn könnten. Es mag daher genügen, aus dem Schluss des Aufsatzes das Verzeichniss der in den Jahren 1820, 21 und 22 neu errichteten Wasserzeichen, mit Uebergehung dessen, was sich nur auf deren Lage und Form bezieht, hier noch anzuführen:

Im Jahre 1820 wurden Wahrzeichen errichtet:

1) am St. Olofsstein bei *Åssiasund* in Gefleborgs-Län. Kirchspiel Hille unter der Breite von 60° 52′.

2) In einem Berge am Fahrwasser zu *Grüsö* in Stockholms-Län. Kirchspiel Börstel. Breite 60° 18′.

3) An der nördlichen Seite vom Båkberg bei *Svartklubben* in Stockholms-Län. Kirchspiel Hafverö. Breite 60° 11′.

4) An der nordwestlichen Seite der Insel *Wedlösa* in Stockholms-Län. Kirchspiel Watö. Breite 59° 51′.

5) An einer Klippe bei *Lilla Känsön*, deren Spitze noch vor 29 Jahren im Wasserspiegel lag. In Gothenburgs- und Bohus-Län. Kirchspiel Fröhlunda. Breite 57° 37′.

6) Auf einer Klippe zu *Kalfven* in Gothenburgs- und Bohus-Län. Kirchspiel Öckerö, unter 57° 42′ Breite. Noch von 33 Jahren berührte die Spitze der Klippe den Wasserspiegel.

Im Jahre 1821.

7) Am Abhange eines Berges zu *Barsviken* in Wester-Norrlands-Län. Kirchspiel Hädånger. Breite 62° 28′.

8) Auf der Insel *Notholmen* in Gefleborgs-Län, Kirchspiel Jättendal. Breite 61° 56′, an einer am südwestlichen Strande des Berges hervorspringenden Klippenspitze.

9) An einer hohen Klippe zu *Korsgrundet* in Gefleborgs-Län. Kirchspiel Rogsta. Breite 61° 50′.

10) Am Felsen bei der nördlichen Einfahrt des Hafens zu *Koön* in Gothenburgs- und Bohus-Län bei Marstrand. Breite 57° 53′.

11) Auf der Insel *Stora Hälsö* in Gothenburgs- und Bohus-Län. Kirchspiel Skee. Breite 58° 58′.

Im Jahre 1822.

12) zu *Ulfön* in Wester-Norlands-Län. Kirchspiel Nätra. Breite 63° 0′.

Die Zeichen bestehen entweder aus horizontalen Linien oder Bohrlöchern, die man in den Felsen eingrub und zum Theil noch durch beigesetzte Jahreszahl u. s. w. leichter kenntlich machte. Die meisten wurden von Hrn. Bruncrona selbst errichtet.

Der zweite von Hrn. C. P. Hällström (zu Stockholm) herrührende Aufsatz, enthält unter dem Titel „Bemerkungen zu der vorstehenden Abhandlung" einige sehr schätzbare Beiträge zur Beurtheilung nicht bloss dieser, sondern auch des Phänomens im Allgemeinen. Deshalb mögen hier auch meist die eigenen Worte des Verfassers folgen.

Es ist jetzt ausser allen Zweifel gesetzt, hebt Hr. Hällström an, dass das Vermindern des Wassers, oder richtiger gesagt, das Sinken des Wasserspiegels in dem nördlichen Theile der Ostsee und vorzüglich im ganzen bothnischen Meerbusen, wirklich stattfindet.

Dafs es an mehreren Orten nur scheinbar vorhanden ist, widerspricht dieser Erfahrung nicht. In seichten Meerbusen und an den Mündungen der Flüsse wurde wohl der Boden durch das Wachsen der Grasbänke oder durch herbeigeführte Schlamm-Massen erhöht und das frühere Fahrwasser dadurch unbrauchbar gemacht, aber dafs die Erscheinung wirklich stattfindet, beweisen an tieferen Wasser und in beträchtlichen Entfernungen von den Küsten, sowohl eingehauene als natürliche Merkzeichen, deren Unveränderlichkeit man nicht in Zweifel zu ziehen Ursache hat. Von dem Vorhandenseyn der Erscheinung als Thatsache, sind wir demnach völlig überzeugt, kennen indefs bis jetzt nichts weiter von derselben, als deren ungefähren Gang. Wir wissen noch nicht mit Bestimmtheit, wie viel das Sinken in einem Jahrhundert beträgt, ob es gleichförmig geschieht oder ob es gewissen Perioden unterworfen ist; ob lokale, klimatische oder atmosphärische Einflüsse dabei mitwirken und ob die Gröfse des Sinkens, von der man nur im Allgemeinen weifs, dafs sie von Norden nach Süden abnimmt, zur Breite des Ortes in einem einfachen oder mehr zusammengesetzten Verhältnisse steht. Alles dieses zu erforschen, steht uns noch bevor, da der Gegenstand unläugbar dieselbe genaue und aufmerksame Behandlung verdient, welche andern Zweigen der Naturwissenschaft gegenwärtig zu Theil geworden ist. Unsere Ansichten gehen indefs nicht auf das gutgemeinte Unternehmen hinaus, durch Beobachtung der ältern Merkzeichen und durch das Setzen neuer, fernere Angaben über den Wasserstand wie bisher zu *sammeln*, denn diese können nur das Bekannte bestä-

tigen, und bringen unsere Kenntniss von dieser Erscheinung nicht weiter, als sie jetzt ist. Vielmehr ist es unsere Meinung, dass man das frühere Beobachtungsverfahren verbessern und mehr der Natur der Sache anpassen müsse.

Die gegenwärtig bekannten Zeichen für den Wasserstand und deren Abmessungen haben bisher nur wenig zuverlässige und oft nicht übereinstimmende Schlüsse über die wahre Grösse der Verminderung des Wassers zu ziehen erlaubt. Diess rührt offenbar von der unsichern und so zu sagen rohen Methode her den Wasserstand zu beobachten. Tägliche Erfahrungen zeigen, dass die Ostsee, obgleich sie nicht der Ebbe und Fluth unterworfen ist, dennoch mehrere Fuss steigt oder fällt, so wie die verschiedenen Winde auf das Wasser wirken und dieses zum Sunde hinein oder hinaus treiben *). In dem Maasse, wie sich diese Abwechselungen häufen oder sich die Gränzen des höchsten und niedrigsten Standes erweitern, ist es auch schwer ohne Hülfe mechanischer Vorrichtungen oder fleissiger Beobachtungen den mittlern Stand zu bestimmen. Alle Untersuchung in diesem Felde muss aber von einer absoluten Bestimmung des letztern ausgehen, da nur diese für die Berechnung einen sichern Anhaltspunkt giebt. Bei dem Setzen und Beobachten der Zeichen hat man sich meist an den Angaben des mittlern Wasserstandes gehalten, welche zuverlässige und glaubwürdige Personen mit-

*) Auch gehört hieher die von **Schulten** nachgewiesene Wechselseitigkeit zwischen dem Stande des Barometers und der Wasserhöhe der Ostsee (Annal. d. Ph. Bd. XXXVI. 314.) P.

theilten. Man sieht indess leicht ein, wie viel hier dem Gutdünken überlassen blieb, und dass, wenn gleich Gewohnheit und Uebung der Beurtheilung sehr zu Hülfe gekommen seyn mögen, man doch über eine Grösse in Zweifel ist, welche zwar im Allgemeinen wenig bedeutet, aber doch von Wichtigkeit ist, wenn man Genauigkeit verlangt.

Zuverlässigere Wahrzeichen giebt die Natur selbst an die Hand. Die Erfahrung hat es nämlich bestätigt, dass die Perioden des zufälligen Steigens und Fallens des Wassers schnell vorübergehen und dass die Oberfläche desselben zwischen beiden eine längere Zeit in einer einigermassen unveränderten Höhe stehen bleibt, welches meistentheils in der Mitte des Sommers der Fall zu seyn pflegt, wodurch sich an den Küsten und Klippen ein deutlicher sogenannter Wasserrand erzeugt. Ferner reichen die Moose, welche

Beobachtungen des Sinkens der Meeres-

	Das Zeichen des Wasserstandes ist gesetzt von	im Jahre
Rahelmen in Nieder Kalix Kirchspiel	And. Davidson	1700
Stor Rebben in Piteå Kirchspiel	And. Hellant	1751
Ratan in Bygdeå Kirchspiel	A. Chydenius	1749
	A. Hellant	1774

die Felsen bedecken, ebenfalls nur bis zu dem gewöhnlichen Wasserstand im Sommer hinab und bilden daher eine bestimmte Gränze.

Diese beiden von der Natur gegebenen Merkmale, wie wenig bestimmt sie auch seyn mögen, verdienen dennoch vor den Angaben der Bewohner der Scheeren den Vorzug; man hat indeſs keine Rücksicht auf sie genommen, sondern die Wassergränze stets nur nach Schätzung bestimmt.

Zum Beweise dessen, was ich über die Unzuverlässigkeit der jetzt gebräuchlichen Methode, das Sinken der Meeresfläche zu bestimmen, gesagt habe, und um zu zeigen, wie schwankend unsere Kenntniſs von der wahren Gröſse derselben ist, füge ich die nachstehende tabellarische Uebersicht bei, die sich theils auf meine eigenen, theils auf Beobachtungen Anderer stützt.

Oberfläche im Bothnischen Meerbusen.

Das Zeichen des Wasserstandes ist untersucht von	im Jahre	Stand der Oberfläche des Wassers unter dem Zeichen	Anzahl der verlaufenen Jahre	Gröſse des Sinkens des Wassers in 100 Jahren
Hellant	1750	2,05 Fuſs	50	4,10 Fuſs
Zelberg	1775	2,49	75	3,32
af Schultén	1785	1,70	34	5,00
Hjort von Ornäs	1796	1,90	45	4,22
af Schultén	1785	2,70	36	4,72
Wallman	1795	2,50	46	5,43
Hällström	1819	2,60	70	3,47
af Schultén	1785	0,55	11	5,00
Wallman	1795	1,16	21	5,52
Hällström	1819	1,60	45	3,57

	Das Zeichen des Wasserstandes ist gesetzt von	
Ratan	C. Wallman	1795
Rönskär in den Scheeren von Wasa	E. Klingius	1755
Wargön in den Scheeren von Wasa	E. Klingius	1755
Löfgrundet vor Gefle	Rudman oder Celsius	1731
Ulfön in Ångermanland	C. Wallman	1795

Die einzelnen Angaben stimmen nicht im mindesten überein, sondern weichen oft beträchtlich von einander ab. Nimmt man aber das Mittel aus ihnen, so ergiebt sich für das Sinken im Bothnischen Meerbusen, während 100 Jahren:

nach den Beobachtungen bei	Raholmen	3,71 Fufs
	Stor-Rebben	4,61
	Ratan	4,34
	Rönskär	4,20
	Vargön	4,40
	Löfgrundet	4,35
	Im Durchschnitt also	4,26

Dafs die mittleren Resultate eine so grofse Uebereinstimmung zeigen, kann nur einem glücklichen Zufall zugeschrieben werden. Was man hieraus mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit schliefsen kann, besteht im Folgendem: 1) dafs das Sinken auf dem ganzen bothnischen Meerbusen gleich grofs zu seyn

Das Zeichen des Waſſerſtandes iſt unterſucht von		Stand der Oberfläche des Waſſers unter dem Zeichen	Anzahl der verlaufenen Jahre	Gröſse des Sinkens des Waſſers in 100 Jahren
Hällström	1819	0,65 Fuſs	24	2,71 Fuſs
Hällström	1797	1,70	42	4,05
Brodd	1821	2,87	65	4,35
af Schultén	1785	1,45	30	4,83
Hällström	1797	1,69	42	4,02
Brodd	1821	2,87	65	4,35
af Schultén	1785	2,90	54	5,37
Robson	1796	2,17	65	3,34
A. Almlöf	1822	1,58	27	5,85

ſcheint, und daher innerhalb dieſes Raumes keine Beziehung zur Breite des Ortes ſtattſindet; 2) daſs die Gröſse des Sinkens in 100 Jahren nahe 4 Fuſs beträgt. Dieſs wirklich merkwürdige Reſultat läſst befürchten, daſs unter gleichbleibenden Verhältniſſen die Küſtenfahrt in den nördlichen Provinzen für die Folge einen ſehr nachtheiligen Einfluſs erleiden wird. Wären die verſchiedenen in kürzeren Zeiträumen gemachten Beobachtungen genau, ſo könnte man aus denſelben noch einen dritten nicht unwichtigen Schluſs ableiten, nämlich den, daſs das Fortſchreiten nicht gleichförmig geſchieht, ſondern bedeutenden Anomalien unterworfen iſt, zu deren Beſtimmung indeſs dieſe Beobachtungen nicht hinreichend ſind.

Bei *Calmar* beträgt das Sinken den Beobachtungen zufolge, in 100 Jahren 2 Fuſs; in wiefern dieſes aber nach Norden zunimmt um die Gröſse des Sin-

kens im bothnischen Meerbusen zu erreichen, oder ob irgendwo ein plötzlicher Uebergang von einem zu dem andern stattfindet, ist uns nicht bekannt. Durch die im Jahre 1820 gesammelten Thatsachen und Nachrichten, von denen weiterhin die Rede seyn wird, hat man hierüber keinen annehmbaren Aufschluss erhalten. Eben so wenig kennt man das Verhalten an den östlichen Küsten der Ostsee, und man kann nur aus den wenigen vorhandenen Angaben schliessen, dass das Sinken dort noch geringer sey, als in Calmar.

Die Beobachtungen, welche in Calmar von den Lectoren Wikström und Frigelius angestellt wurden, sind unter allen die zuverlässigsten, hauptsächlich wegen des bei ihnen angewandten Verfahrens. Dieses bestand nämlich darin, dass man an einer zum Theil ins Wasser gesenkten Skale, die an einem festen unveränderlichen Gegenstand angebracht war, täglich die Höhe der Wasserfläche bemerkte, und aus diesen Beobachtungen die jährliche Mittelhöhe bestimmte. Diese Methode gewährt offenbar die grösste Genauigkeit und giebt, mehrere Jahre hindurch fortgesetzt, nicht bloss den jährlichen Betrag des Sinkens der Oberfläche, sondern auch hinsichtlich seines Fortschreitens den gleichförmigen oder schwankenden Gang.

Diess Beobachtungsverfahren ist nicht neu; es wurde schon im Jahre 1754 von dem Lector Wickström erfunden und ausgeführt, auch ward es später vom Lector Frigelius beibehalten, der die Beobachtungen des ersteren von den Jahren 1797 bis 1802 fortsetzte. Auf dieselbe Art hat man auch im Laufe der

letzverflossenen 10 Jahre die Veränderungen an der Oberfläche des *Wenern*-Sees bestimmt, welche hinsichtlich ihres periodischen Ganges nicht minder merkwürdig sind als die Erscheinung des Sinkens der Ostsee, um so mehr, da die Ursachen derselben auf das Genaueste entdeckt wurden.

Gegen die Angabe, dass das Sinken der Ostsee bei Calmar in 100 Jahren 2 Fuss betrage, kann man mit Recht einwenden, dass wenn die Erscheinung vom bothnischen Meerbusen an bis hieher einen gleichen und ununterbrochenen Gang befolge, sie sich auch südlich von Calmar zeigen müsse, wo sie aber in einigen Meilen gänzlich verschwindet. Lässt diess gleich vermuthen, dass jene Angabe zu gross sey, so wird dadurch die Richtigkeit jener Beobachtungen nicht widerlegt, sondern es zeigt nur, dass lokale Ursachen, wie z. B. Strömungen in dem Sund von Calmar Einfluss auf den Wasserstand hatten. In gleicher Breite können an den östlichen Küsten von Öland die Resultate vielleicht ganz anders ausfallen. Die Lage des Schlosses von Calmar, welches gegenwärtig nur $4\frac{1}{2}$ Fuss über dem Wasserspiegel steht, scheint ebenfalls einem so bedeutenden Sinken zu widersprechen; denn wenn das Alter dieses Gebäudes sich auf 550 Jahre beläuft und dieses unmittelbar an dem Wasserspiegel errichtet ward, so betrüge das Sinken in 100 Jahren nicht mehr als 0,82 Fuss. Indess ist es nicht völlig ausgemacht, ob das Fundament des Schlosses noch das ursprüngliche ist, und es nicht durch später hinzugekommene Anlagen verändert ward. Mit der letzten Angabe stimmt auch die auf *Skällön* im Jahre 1820 an Wickströms Wasserzeichen gemessene Höhe

mehr überein, nach welcher das Waſſer in 100 Jahren nur 0,66 Fuſs gefallen wäre. Die Anomalien an dieſer Stelle ſcheinen der Nachwelt noch viel zu erforſchen übrig zu laſſen.

Die Erfahrung, daſs an den Küſten von Gottland keine Verminderung des Waſſers bemerkt ward, kann man gewiſs nicht beſtreiten, jedoch fehlt noch der Beweis, daſs der Hafen von *Slitö* gegenwärtig genau dieſelbe Tiefe beſitzt, wie vor 100 Jahren. Wer das Verfahren kennt, welches man bei Ablothungen von 20 bis 36 Faden tiefem Gewäſſer anwendet, wird dieſen Einwurf gewiſs für gegründet halten. Bei einer Ablothung dieſer Art kommt es auf einen Fuſs mehr oder weniger gar nicht an, da dieſe Gröſse bei einer ſolchen Tiefe in nautiſcher Hinſicht von gar keiner Bedeutung iſt; man pflegt auch die wahre Tiefe nur bis ¼ Faden anzugeben. Wer kann übrigens ſicher ſeyn, daſs bei zwei verſchiedenen Meſſungen der Tiefe, das Senkblei genau auf dieſelbe Stelle des Bodens fällt, und daſs das Waſſer nicht einmal hoch und das andremal niedrig ſtand? Durch beide Umſtände kann das wirklich in der verfloſſenen Zeit ſtattgehabte Sinken compenſirt oder unmerklich gemacht werden. Daſs die Häfen um Gottland in ſpäteren Zeiten ſeichter wurden, mag nun eine Verminderung des Waſſers ſtattgefunden haben oder nicht, rührt allein von Anſchwemmungen des Sandes und der Geſchiebe her, oder iſt auch durch Verſchlammung von der Landſeite her bewirkt. Daſſelbe gilt in gröſserem oder geringerem Grade von Fahrwaſſern an andern Stellen der Küſte von Schweden, die offenbar verſandet wurden.

Die gewissen Gebirgsarten beigelegte Eigenschaft, sich nach oben zu schieben, wäre besonders merkwürdig, wenn derselben nicht in theoretischer Hinsicht jeder Beweis der Möglichkeit abginge und die Angabe nicht von Personen herrührte, auf deren Fähigkeit zu beobachten und über Gegenstände dieser Art nachzudenken, man nicht berechtigt ist Vertrauen zu sezzen. So viel mir bekannt ist hat man niemals bemerkt, dass der Kalk- und Sandstein-Grund um Gottland und Öland sich gehoben habe. Weiter hinauf findet man diese Gebirgsarten nirgends anstehend, sondern es herrscht überall der Gneis, welcher im Allgemeinen in den Scheeren reich an Feldspath ist und deshalb eine röthliche Farbe zeigt. Warum sollte aber diese Art von Gneis eine grössere Neigung besitzen sich zu heben, als eine andere, in welcher diese Bestandtheile nicht vorherrschen? Dieser unerwiesene Satz beruhet offenbar auf einem Irrthume. Es ist bekannt, dass das Meer an verschiedenen Stellen in den Scheeren vor Nortelje und Gefle grössere oder kleinere Sandsteingeschiebe theils anschwemmt, theils mit dem Eise herbeiführt, welche auch dort gesammelt und als Baumaterial benutzt werden. Sind diese Steine in einem Jahre fortgenommen, so sind sie in dem andern durch eine gleiche Menge wieder ersetzt, und wo sie während einer längern Zeit zusammengehäuft wurden, scheint es dem einfältigen Strandbewohner als hätte sich der Boden gehoben.

Ich muss erinnern, dass in der tabellarischen Uebersicht über das Sinken der Wasserfläche der Ostsee, die angegebene Grösse des Sinkens an wenig Orten sich auf eine wirkliche Beobachtungsreihe von 40 Jah-

ren bezieht. Die meisten Angaben sind auf diese Periode durch Berechnung zurückgeführt, theils nach dem Alter der eingehauenen Zeichen, theils nach dem, was sich über die Verminderung des Wassers in dem Gedächtniss der Menschen erhalten hatte. Man kann daher die gegebenen Resultate nicht mit einander vergleichen. Wenn man dieselben mit Bezug auf die beigefügten Jahreszahlen und anderweitigen Bemerkungen auf eine Periode von 100 Jahren berechnet, so entsteht folgendes Verhältniss:

Ratan.	Rätaskär.	Hellants Zeichen	3,26 Fuss
	Ledskär.	Chydelius Zeichen	3,52
		Wallmans Zeichen	2,00
Ägön			4,39
Löfgrundet			2,81
Svärtklubben			6,02
Gislinge			1,51
Söderarm			4,00
Sandhamn			4,00
Landsort;	af Schulten's Zeichen		5,00
	Stein in Krokskärs Hafen		3,67
	Stein bei Idmaren		4,00
Hartsön			2,82
Säfvesund			2,91
Häfringe			5,00
Arkön			1,66
Kettilön			2,77
Häradsskär			3,33
Stedsholmen			3,33
Calmar,	auf Skallön		0,66
Kånsön			4,00
Koön			2,00

Ueber die Verminderung des Wassers an den Küsten von Bohus-Län besitzt man alle Erfahrungen, *welche* die beiden zuletzt erwähnten Angaben bestäti-

gen; dennoch zeigt sich die Erscheinung nicht weiter südlich an den Küsten von Halland oder Schonen, oder an den in Westen liegenden dänischen Küsten des Kattegats. Das gegenseitige Verhältniss ist noch weniger befriedigend als beim bothnischen Meerbusen, und zeigt, wie wichtig es wäre, durch fortgesetzte und methodisch angestellte Beobachtungen die genaue Kenntniss einer Erscheinung herbeizuführen, welche in ihrer Art die einzig bekannte auf der Erde ist *).

Es würde vielleicht zu grosse Aufopferungen von Mühen, Kosten und Zeit verursachen, wenn man an gewissen bestimmten Punkten der Ostseeküsten Beobachtungen auf die zuvor beschriebene Art, die einzige, welche ein sicheres Resultat geben kann, jährlich

*) Durch die Vorrede zum 2ten Theile von dem genannten Werke des Hrn. v. Hof bin ich auf eine in der Correspondence astronomiq. Vol. X. p. 266 enthaltene Notiz aufmerksam gemacht, die eine Erscheinung erwähnt, welche vielleicht mit der an der Ostsee parallelisirt werden kann. Es heisst daselbst: „Die *Otaheiter* behaupten, dass sich das Meer von ihrer Küste zurückziehe. Sie zeigten den Engländern ungefähr 4 Meilen von Venuspoint, der die Gränze des Districtes von Whapiano bildet, einen Fussteig, den man zu Zeiten des Capitän Wallis, der die Insel im Jahre 1767 entdeckte, selbst zur Ebbezeit, wegen der hohen vom Pic herabgehenden Felsen, nicht passiren konnte und der jetzt zu allen Zeiten gangbar ist. Diese Insulaner versichern an den meisten Orten der Insel Zeichen von dem Rückzuge des Meeres wahrgenommen zu haben." Woher diese Notiz genommen ist, finde ich in der Corresp. astronom. nicht angegeben. Eben so muss es bis zur genaueren Prüfung dahingestellt bleiben, ob die Urtheilskraft der Insulaner diese Erscheinung von den im Südmeere so gewöhnlichen Corallenbildungen unterscheiden konnte oder nicht. *P.*

anstellte. Geschähe dieses indess jedes fünfte oder wenigstens zehnte Jahr zu gleicher Zeit an allen Stellen, so würde man diesen Zweck gewiss erreichen. An einer oder der andern Hauptstation, welche durch ihre Lage oder durch andere günstige Umstände dazu geeignet ist, könnte diess in jedem Jahre geschehen. Zugleich müssten dabei Barometerstand, Winde, Strömungen u. s. w. sorgfältig berücksichtigt werden, um zugleich den Zusammenhang zu erforschen, welcher zwischen deren Veränderungen und dem gleichförmigen oder schwankenden Fortschreiten der Verminderung des Wassers vielleicht stattfinden könnte.

Hr. Hällström beschliesst seinen Aufsatz mit dem Wunsche, dass die K. Akademie zu Stockholm, welche schon früher, wenn auch nur mittelbar durch den Eifer einzelner ihrer Mitglieder, so sehr für die nähere Kenntniss dieser Erscheinung bemüht war, auch ferner derselben ihre Aufmerksamkeit schenken möge, indem sie dieselbe Berücksichtigung verdiene wie irgend ein anderer Gegenstand der menschlichen Wissbegierde.

(Um dem Leser die Lage der Oerter zu versinnlichen, an welchen in neuerer Zeit die zuverlässigeren Beobachtungen über das sogenannte Sinken des Wassers angestellt sind, habe ich diesem Hefte eine, aus dem Hermelin'schen Atlas entnommene, Skizze der schwedischen Küste beigefügt. Zur Unterscheidung von den übrigen Orten sind die, welche sich auf die Wasserabnahme beziehen, unterstrichen worden. *P.*)

VIII.

Beschreibung einiger hydropneumatischen Lampen.

1) von Andrew Fyfe.

Die Entdeckung des Hrn. Prof. Döbereiner über das Erglühen des schwammigen Platins durch Wasserstoffgas führt leicht auf ihre Anwendung zu einer schnell Feuer gebenden Maschine, auch sind schon verschiedene Vorrichtungen zu diesem Zweck erdacht. Zuerst verfiel man auf diejenige, welche vor längerer Zeit von Hrn. Gay-Lussac angegeben ward, um einen Vorrath von Wasserstoffgas aufzubewahren. Sie ist jedoch kostbar und nicht leicht von denen zu handhaben, die keine Gewandtheit besitzen mit chemischen Apparaten umzugehen. Eine andere von Hrn. Adie erfundene, ist ebenfalls noch zu kostbar, wenn gleich sie weniger zusammengesetzt ist. Diejenige, welche von mir angewandt ward, besitzt den Vorzug, dass sie einfach, wohlfeil und leicht zu handhaben ist, und dennoch in gleichem Grade ihren Zweck erfüllt.

Das Instrument besteht nur aus einer gebogenen Glasröhre *ABC*, deren innerer Durchmesser nahe einen Zoll beträgt und die in einem hölzernen Stativ befestigt ist. Der kürzere Arm *C* ist 5, und der längere 8 Zoll lang. An der Mündung bei *C* ist eine dünnere Glasröhre angebracht, welche durch einen Hahn *D* verschlossen werden kann. Von ei-

nem Meſſingringe welcher bei *E* die Röhre genau umſchlieſst, ragt ein Stück hervor, an welchem mittelſt eines ſehr dünnen Drahtes das ſchwammige Platin befeſtigt iſt.

Wenn das Platin ſeine Fähigkeit zum Erglühen verloren hat oder eine gröſsere Menge von Hydrogen erfordert, ſo bedeckte ich es mit einer Kappe, die bei *K* dargeſtellt iſt und bei *L* genau an den Cylinder anſchlieſst. Soll die Lampe gebraucht werden, ſo bringt man in den kürzeren Arm ein Stück Zink nach *G*, wo eine kleine Glasröhre *H* verhindert, daſs es der Biegung der Röhre näher komme als ungefähr auf einen Zoll. Alsdann gieſst man ſoviel verdünnte Schwefelſäure hinein, daſs die Röhre ungefähr bis *S* damit gefüllt wird und verſchlieſst alsdann den kürzeren Arm durch den Stöpſel und Hahn. Das durch Einwirkung der Schwefelſäure auf das Zink erzeugte Waſſerſtoffgas, füllt den kürzeren Arm und treibt die Flüſſigkeit in dem längeren Ende in die Höhe, bis endlich die Gasentwicklung aufhört wenn die Säure unter das Zink hinabgedrückt iſt, und das Gas ungefähr einen Druck von einer 6 bis 7 Zoll langen Säule der Flüſſigkeit zu tragen hat. Wenn nun der Hahn geöffnet wird, ſo ſtrömt das Hydrogen gegen das Platin, die Flüſſigkeit ſteigt in dem kürzeren Arm und da ſie alsdann das Zink wiederum berührt, ſo findet eine abermalige Gasentwicklung Statt. Der Abſtand des Platins hängt von der Gröſse der Hahnöffnung ab, und deshalb iſt der Ring *E* beweglich, damit er leicht ajuſtirt werden kann.

Dieſer Apparat faſst nur ungefähr einen Kubikzoll von dem Gaſe, was ich um Feuer zu erhalten für

hinreichend glaube, denn wenn auch hiedurch das Platin nicht so lange im Glühen erhalten werden kann, um das Gas zu entflammen, so ist die erzeugte Hitze doch hinlänglich um ein Schwefelholz daran zu entzünden. Man darf also nur wenn das Platin ins Rothglühen geräth ein Schwefelholz demselben nähern, und dabei die Vorsicht gebrauchen, das Glühen auf einige Sekunden zu erhalten, damit aller etwa anhangender Schwefel verflüchtigt werde, weil dieser sonst bei einem abermaligen Gebrauch der Lampe das Erglühen des Platins verhindert. Ich möchte daher rathen, bei jedesmaligem Gebrauch die Flamme des Schwefelholzes auf eine kurze Zeit an das Platin zu bringen.

Ich glaube dass diese Lampe noch mancher Verbesserung fähig ist, allein sie würde dadurch auch zusammengesetzter werden und einen ihrer Hauptvorzüge, nämlich Wohlfeilheit, verlieren. Eine Lampe von der so eben beschriebenen Einrichtung kostet (in England) ungefähr 10 Schillinge (!) (Edinb. phil. Journ. Oct. 1824.)

---

2) von Hrn. Garden.

Die Gestalt, welche Hr. Garden dieser Lampe gab, versinnlicht die Figur (3). *AB* ist eine Glaskugel, welche mittelst einer Hervorragung genau in den Hals *mn* eines andern kugelförmigen Glasgefässes *CD* passt. Die Kugel *AB* endigt sich nach unten in einem offnen Hals *mnop*, an dessen unterem Ende ein kleiner Cylinder von Zink *op* angebracht ist.

An dem Hals des Gefäſses *CD* iſt eine Vorrichtung von Meſſing *abc* angebracht, durch welche das in dem Gefäſse *CD* enthaltene Gas bei *c* ausſtrömen kann, wenn man den Hahn *d* öffnet. Der Arm *ef* gleitet durch *h* und trägt in einer Büchſe von Meſſing *P* ein Stück von dem ſchwammigen Platin; mit Hülfe dieſes verſchiebbaren Armes kann man das Platin der Spitze *c* nach Belieben nahe oder fern ſtellen.

Schüttet man nun durch die Mündung *S* verdünnte Schwefelſäure in das Gefäſs *AB*, ſo flieſst dieſelbe zum Halſe *mn* hinaus und drückt die Luft in *CD* zuſammen, wenn der Hahn verſchloſſen iſt. Die Säure wirkt nun auf den Ring von Zink und entwikkelt Waſſerſtoffgas, welches nachdem die gemeine Luft hinausgelaſſen ward, das Gefäſs *CD* allmählig anfüllen wird. Oeffnet man alsdann den Hahn, ſo ſtrömt das Gas bei *c* hinaus auf das Platin, und erzeugt bald eine ſolche Hitze, daſs daſſelbe ins Glühen geräth und augenblicklich Feuer liefert. In der Lampe des Hrn. Garden wird der Ring von Zink von einem Stücke Kork getragen, ſo daſs, wenn das Gefäſs *CD* mit Gas gefüllt iſt, die verdünnte Säure das Zink nicht mehr berührt und kein Waſſerſtoffgas weiter entwikkelt wird. Sobald aber das Gas bei *c* hinaustritt und ſeine Elaſticität nachläſst, wird die Säure im Gefäſse *CD*, durch den Druck der übrigen Flüſſigkeit gehoben, wirkt wieder auf das Zink und erſetzt dadurch das verloren gegangene Waſſerſtoffgas.

---

3) von Hrn. Adie.

Die Figur (4) zeigt die Gestalt, welche Hr. Adie dieser Lampe gegeben hat; es sind bei ihr die verschiedenen Theile mit denselben Buchstaben wie bei Fig. 3 bezeichnet. Diese Lampe ist am Boden *AB* mit einem Kegel von Glas versehen, um damit den Ring von Zink *op* festzuhalten, der also beständig in dieser Lage bleibt.

Diese Lampe besitzt eine grössere Festigkeit und ist weniger einer zufälligen Verletzung unterworfen.

Prof. Cumming zu Cambridge, welcher eine von diesen Lampen im December 1823 gebrauchte, fand es nöthig das Platin nach jedesmaligem Gebrauch mit einer Kappe zu bedecken. Mit Platinfolie von $\frac{1}{3367}$ Zoll Dicke, und in einem verschlossenen Rohr gehalten, konnte die nämliche Wirkung erzeugt werden; wenn die Dicke der Platina aber $\frac{1}{2420}$ eines Zolles betrug, so war ein vorheriges Erhitzen desselben bis zum Rothglühen nöthig.

(Edinb. Journ. of Science I. 144.)

IX.

Das Cyanjod, eine neue Verbindung der Jode mit Stickstoff und Kohlenstoff;

von

Hrn. Serullas *).

Die Verbindung der Jode mit dem Cyan gehört zu denen, welche man bisher noch nicht darstellen konnte. Als Grund hievon glaubte ich anfänglich annehmen zu müssen, daſs sich dieselbe nur unter einem sehr hohen Druck erzeugen lasse, und um dieſs zu prüfen, versuchte ich ihre Darstellung in einem ähnlichen Apparat zu bewirken, wie den, welchen die Hrn. Davy und Faraday zum Condensiren der Gasarten anwandten. Es wurden daher 12 Grm. Cyanquecksilber mit 6 Grm. Jode, beide wohl getrocknet, in ein 4 bis 5 Decimeter langes und 15 bis 20 Millimeter weites Glasrohr gebracht und zwar so, daſs sie sich nicht berührten. Eine Biegung der Röhre zwischen beiden Stoffen sollte dieſs noch mehr verhindern, allein durch die, beim Zuschmelzen der Röhre vor der Lampe nöthigen, Bewegungen der Röhre mischten sie sich dennoch mit einander. Als ich darauf die Röhre an der Stelle erhitzte, wo sie das Gemisch enthielt, erfolgte eine Zersetzung des Cyanquecksilbers unter Verflüchtigung eines groſses Theils

*) Auszug aus d. J. d. Ch. et Ph. XXVII. 184.

der Jode. Es bildete sich rothes Jodquecksilber, eine Flüssigkeit (flüssiges Cyan (*P.*)) sammelte sich in geringer Menge an dem von der Wärme entfernten Ende der Röhre und ein wenig über dem Jodquecksilber und dem kohligen aus der Zersetzung des Cyanquecksilbers hervorgegangenen Rückstand, setzte sich eine weisse im Aeussern der Baumwolle ähnliche Masse ab, deren Menge so bedeutend war, dass sie auf eine Strecke von 3 bis 4 Centimeter die ganze Röhre füllte.

Nach dem Erkalten ward die Röhre geöffnet, wobei, durch die schnelle Verwandlung der Flüssigkeit in Dampf, eine leichte Verpuffung stattfand. Die herausgenommene Masse hatte ein weisses wollartiges Ansehen und zeigte nur durch mitverflüchtigte Jode einige graue Punkte. Ihr Geruch war stechend und hielt, obgleich eigenthümlicher Art, doch das Mittel zwischen dem der Jode und dem des Cyans. Beim Kosten zeigte sie sich ätzend und liess noch lange hernach einen sehr hervorstehenden Metallgeschmack zurück. Der letzte Umstand, im Verein mit dem, dass sowohl durch Säuren als durch Alkalien die Gegenwart des Jodquecksilbers darin zu entdecken war, liess mich anfänglich glauben, dass die neue Substanz eine Verbindung von Cyan, Jode und Quecksilber sey. Eine genauere Untersuchung zeigte mir aber, dass das Cyanquecksilber eingemengt war und von der übrigen Verbindung, die nur aus Jode und Cyan bestand, getrennt werden konnte.

Bei einem dieser Versuche hatte ich Gelegenheit die ausserordentliche Kälte zu beobachten, welche Flüssigkeiten im Augenblick ihrer Verwandlung zu Gas erzeugen können. Es hatte sich nämlich eine

ziemliche Menge flüſſigen Cyans gebildet, deſſen Gas, als ich eine Stelle der Röhre durch eine glühende Kohle erweichte, ſich an dieſer eine Oeffnung bahnte und mit ſtarkem Ziſchen entwich. Das Ausſtrömen des Gaſes hielt eine Zeitlang an, da die Oeffnung nur klein war, und dieſs erlaubte mir den Theil der Röhre, welcher das flüſſige Cyan enthielt, in kaltes Waſſer zu tauchen. Kaum hatte ich aber dieſen wieder herausgezogen, als er ſich mit einer ſehr harten und dicken Schicht von Eis belegte. Ich führe dieſes nur Beiſpiels halber an, da nichts Unerwartetes darin liegt, ſeitdem wir durch einen Verſuch des Hrn. Gay-Luſſac wiſſen, daſs das in der Atmoſphäre enthaltene Waſſer augenblicklich auf einer Glaskugel niedergeſchlagen wird, auf die man einen ſchmalen Strom ſtark verdichteter Luft leitet.

Ich habe auch bemerkt, daſs das flüſſige Cyan eine gewiſſe Menge Jode auflöſt und dadurch roth gefärbt wird, doch bildet ſich nicht die kryſtalliniſche Maſſe, wie unter andern Umſtänden, wenn erſteres die Gasform annimmt.

Nachdem ich erkannt hatte, daſs ſich das Cyan mit der Jode verbinden läſst auch ohne Hülfe eines künſtlichen Druckes, kehrte ich zu den gewöhnlicheren Verfahrungsarten zurück und wählte unter dieſen das folgende: Zwei Theile Cyanqueckſilber und ein Theil Jode, beide völlig trocken, wurden in einem Glasmörſer mit einander zerrieben und das Gemenge in eine Phiole mit etwas weitem Hals gebracht. Darauf ward daſſelbe allmählig bis zur beginnenden Zerſetzung des Cyanqueckſilbers erhitzt, von der eine Verkniſterung, das Erſcheinen blauer

Joddämpfe und die Verdichtung der weissen Masse an der Mündung des Halses die Anzeigen gaben. Nun entfernte ich die Phiole vom Feuer und brachte sie in geneigter Stellung mit ihrem Hals entweder unter eine auf Papier stehende und an einer Seite aufgehobene Glasglocke oder noch besser unter eine grosse Glastafel. Die zur Phiole sehr rasch hinaustretenden weissen Dämpfe verdichten sich alsdann an der Glastafel, in Form von wolligen und sehr leichten Flokken, und wenn keine Dämpfe mehr erscheinen, so erhitzt man die Phiole aufs Neue und wiederholt die eben genannte Operation. Man kann das Gemenge auch in einer Glasretorte erhitzen, die mit einer Vorlage versehen ist, allein die Herausschaffung des Produktes hat alsdann grössere Schwierigkeiten, und man ist weit länger seinen beschwerlich fallenden Ausdünstungen ausgesetzt. Hält man die Phiole, während die Stoffe auf einander wirken, in freier Luft, ohne den Hals derselben unter die Glocke oder Platte zu bringen, so wird die Atmosphäre des Arbeitsortes augenblicklich mit einer grossen Menge wollartiger Flocken angefüllt, die eine Zeitlang noch freier in derselben herumfliegen wie das Zinkoxyd (Lana philosophica (*P.*)), welches sich bildet, wenn man an offner Luft das völlig geschmolzene Zink von einer gewissen Höhe herab ausgiesst.

Bei Anwendung des Cyanqueckfilbers und der Jode in dem angegebenen Verhältnisse, ist man zwar der Unbequemlichkeiten überhoben, die ein Ueberschuss von Jode herbeiführt, allein es bleibt dennoch unumgänglich, die Substanz einer nochmaligen Sublimation zu unterwerfen, um sie von einem stets ein-

gemengten Antheile Jodquecksilber zu befreien. Diese Sublimation muss bei sehr mässigem Feuer betrieben werden, am besten bei der Wärme eines Wasserbades, wenn auch alsdann eine lange Zeit zu derselben erfordert wird. Zu diesem Ende schüttet man das unreine Cyanjod in eine etwas weite unten verschlossene Glasröhre, so dass es nur den Boden derselben einnimmt, taucht darauf den untern Theil der Röhre in siedendes Wasser, und erhält ihn durch irgend eine Vorrichtung so lange darin, bis nur das rothe Jodquecksilber, welches sich bei dieser Temperatur nicht verflüchtigen kann, am Boden der Glasröhre zurückbleibt. Die Röhre muss ausserhalb des Wasserbades ein wenig gebogen seyn, damit sich das verflüchtigte Cyanjod, an diesem Theile, welcher seiner Lage wegen der kältere ist, fest anlegen könne. Man überzeugt sich von der völligen Abwesenheit des Quecksilbers im Cyanjod, wenn man dieses zuerst mit einer concentrirten Aetzkalilösung und darauf mit einem Ueberschuss von Salpetersäure behandelt, da alsdann die geringste Menge von Quecksilber zu einem Niederschlag von rothem Jodquecksilber Anlass giebt.

Da bei dem so eben angewandten Verfahren die Stoffe sich in unmittelbarer Berührung befanden, so konnte das augenblickliche Freiwerden des Cyangases auf das erhaltene Resultat von Einfluss gewesen seyn, und deshalb war es natürlich zu untersuchen, ob Joddämpfe mit dem für sich dargestellten Cyangase in Berührung gesetzt, die Bildung von Cyanjod veranlassen würde. Hiezu wurde Cyangas in einen mit Joddämpfen angefüllten Ballon geleitet. Nachdem sich durch das Erkalten des Ballons die dunklen violetten

Dämpfe niedergeschlagen hatten, fand sich an den Wänden eine gewisse Menge von den weissen Krystallen, gemischt mit etwas Jode und am Boden eine ziemlich beträchtliche Menge rothen Jodquecksilbers. Das Daseyn des letzteren zeigt nicht nur, dass wenn Cyanquecksilber durch die Wärme zersetzt wird, ein Theil desselben sich unzersetzt verflüchtigt, sondern auch, dass es von dem frei werdenden Cyangase mit fortgerissen wird, denn die Röhre, welche das Cyangas in den Ballon leitete, war so lang, dass die Temperatur mindestens auf ¾ Theil ihrer Länge (largeur), nicht erhöht ward. Die geringe Menge des Jodcyans zeigt auch, dass diese nur durch das verflüchtigte Cyanquecksilber entstanden ist, welches in dem Ballon durch die Joddämpfe zersetzt ward und dass folglich die Bildung des neuen Körpers nur in dem Augenblicke stattfindet, in welchem das Cyangas frei wird. Wenn man Cyanquecksilber und Jode zusammenreibt, so verräth sich die gegenseitige Reaction derselben durch den sehr stechenden Geruch, und diess zeigt, dass schon bei der gewöhnlichen Temperatur eine gewisse Menge des Cyanjods gebildet wird.

Das bei einer gelinden Wärme oder der gewöhnlichen Temperatur sublimirte Cyanjod ist sehr weiss und bietet sich in Form sehr langer und ausserordentlich zarter Nadeln dar. Sein Geruch ist sehr stechend, greift die Augen stark an und reizt zu Thränen; sein Geschmack ist ätzend und sein spezifisches Gewicht grösser als das der Schwefelsäure, da es in dieser augenblicklich untersinkt. Bei einer Temperatur, die viel niedriger ist als die des siedenden Wassers, verflüchtigt es sich, unzersetzt. Auf glühende Kohlen

geworfen, stöſst es reichlich violette Dämpfe aus. In Waſser und noch mehr in Alkohol iſt es löslich und dieſe Löſungen, welche farblos ſind und den Geruch und Geſchmack des Cyanjods beſitzen, röthen weder die Lackmustinktur, noch bräunen ſie die Curcumätinktur. Das Cyanjod iſt alſo weder Säure noch Alkali, noch zerſetzt es für ſich das Waſſer; mit ſalpeterſaurem Silber giebt es keinen Niederſchlag. Die Analogie, welche das Chlor und Jod bei ihren Verbindungen mit andern Körpern ſo häufig zeigen, findet alſo hier nicht Statt, da das Chlorcyan bekanntlich die Eigenſchaften einer Säure beſitzt.

Durch concentrirte Aetzkalilauge wird das Cyanjod zerſetzt und es bildet ſich hydriodinſaures und hydrocyanſaures Kali. Die Löſung giebt einen ſehr ſchönen grünen Niederſchlag wenn man anfangs ſchwefelſaures Eiſenoxydul und darauf etwas Salzſäure zuſetzt. Die letztere Eigenſchaft würde nach Hrn. Döbereiner auf Cyanſäure, alſo auf ein cyanſaures Salz deuten, allein ich habe erkannt, daſs Jode die Urſache der Farbenintenſität war. Es muſste ſich zwar gleichzeitig auch jodſaures Kali bilden, indeſs konnte ich dieſes in dem Rückſtand dieſer Löſungen, welcher in Alkohol von 40° unlöslich war, nicht entdecken. Schüttet man Aetzkali in eine Löſung von Cyanjod, ſo bemerkt man im erſten Augenblick einen Geruch von Blauſäure.

Salpeterſäure ſcheint keine Einwirkung auf das Cyanjod zu haben, denn letzteres löſt ſich und die Säure bleibt ungefärbt. Concentrirte Schwefelſäure greift es im erſten Augenblick ebenfalls nicht an, aber nach einiger Zeit färbt ſich die Säure roſenroth und

nach und nach fällt Jode nieder. Durch Hydrochlorfäure wird es zerfetzt, Hydrocyanfäure gebildet und Jode niedergefchlagen.

Flüffige fchweflige Säure hat unter allen Säuren die merkwürdigfte Wirkung auf das Jodcyan, denn einige Tropfen derfelben auf die Kryftalle des letzteren gefchüttet, machen augenblicklich Jode frei, und bei einem kleinen Ueberfchufs diefer Säure wird die Löfung farblos; es bilden fich Schwefelfäure, Hydrojod- und Hydrocyanfäure, welche letztere fich fchon durch ihren charakteriftifchen Geruch verräth und noch deutlicher nachgewiefen werden kann, wenn man den Glashafen, welcher die Mifchung enthält, mit einem von Aetzkalilauge befeuchteten Papiere bedeckt, da diefes fich blau färbt, wenn man erft einige Tropfen einer Löfung von fchwefelfaurem Eifenoxydul und dann ein wenig Säure hinzufetzt. Jene Löfung giebt ebenfalls, nachdem fie zur Vertreibung der Hydrocyanfäure und des Ueberfchuffes von fchwefliger Säure einige Zeit hindurch mäfsig erwärmt war, noch einen fchönen grünen Niederfchlag, wenn man folgweife Aetzkali, fchwefelfaures Eifenoxydul und eine Säure derfelben hinzufetzt. Diefs beweift, dafs der grüne Niederfchlag nicht von Cyanfäure erzeugt wurde, denn die Bildung diefer Säure ift bei Gegenwart von fchwefliger Säure nicht fehr wahrfcheinlich.

Trocknes fchwefligfaures Gas wirkt nicht auf das Cyanjod, fobald man aber einige Tropfen Waffer hinzutreten läfst, wird Jode abgefchieden.

Trocknes Chlor hat auch nach mehreren Tagen keine Wirkung auf das Cyanjod. Diefes verflüchtigt fich und kryftallifirt an den Wänden des Gefäfses.

Um das Verhältniſs der Beſtandtheile auszumitteln, wurden verſchiedene Mengen des Cyanjods durch glühende Eiſendrehſpäne zerſetzt, das erhaltene Jodeiſen durch reines Kali zerlegt und aus dem Gewichte des erhaltenen Jodkaliums, nach deſſen bekannter Zuſammenſetzung die Jode berechnet; nach einem Mittel aus 5 Verſuchen belief ſich deren Menge auf 0,8666 des angewandten Jodcyans.

Berechnet man dieſs nach Atomen, ſo kann man annehmen, daſs 1 Gramm des Cyanjods beſteht aus:

Jode	0,828	1 Atom
Cyan	0,172	1 Atom

Obgleich die gefundene Menge der Jode ſtets etwas geringer war, als ſie nach dieſer Rechnung ſeyn muſs, ſo kann man doch nicht annehmen, daſs die Verbindung aus 1 Atom Jod und 2 Atomen Cyan beſteht, denn dieſes würde geben:

Jode	0,7062	1 Atom
Cyan	0,2938	2 At.

und ein Fehler ſo groſs als dieſs vorausſetzt, glaube ich, iſt bei meinem Verfahren nicht begangen. Nachdem was mir Hr. Gay-Luſſac mitgetheilt hat, würde die Anwendung von Kupferoxyd in dieſem Falle zu einem genauen Reſultate geführt haben, vor Allem, wenn wir erſt in Beſitz des ſinnreichen Apparates ſind, welchen derſelbe erdacht hat um alle bei dieſer Art von Verſuchen ſtattfindende Ungewiſsheit zu entfernen.

Das Cyanjod muſs ſeinen Beſtandtheilen nach *eine* ausgezeichnete Wirkung auf die thieriſche Oe-

konomie ausüben und die Heilkunde wahrscheinlich irgend eine Anwendung von demselben machen können. Es scheint indess nicht so gefährlich zu seyn, als man es der Natur seiner Elemente nach voraussetzen könnte. Ich habe es oft gekostet, gleichwie mehrere Personen des Laboratoriums, welche mit mir, während seiner Bereitung, dem Einathmen desselben in ziemlich grossen Quantitäten ausgesetzt waren. Wir spürten indess nur eine Kraftlosigkeit und litten an einen heftigen Reiz in den Augen, welcher aber nach kurzer Zeit vorüberging.

J HALLE,

TOR DR. WINCKLER.

Zeit der Beob. Tg	St.	Baromtr bei +10° R. pariser	Th. Rm. fm Stn	Haar Hygr bei +10° R.	Wind	Wetter
1	8	328.''' 80	+4	82.°5	SW. 2	trüb Rg
	12	28. 44	7	67. 0	SW. 2	verm
	2	28. 17	9	70. 1	SW. 3	trüb
	6	28. 28	7	79. 7	SW. 4	trüb
	10	28. 61	1	77. 2	ssw. 4	trb Sturm
2	8	30. 94	+4	76. 5	SW. 2	trb Mgrth
	12	32. 02	0	75. 8	SW. 2	trüb
	2	31. 90	9	74. 6	wsw. 3	trb e. Rgtr
	6	31. 62	5	72. 6	ssw. 4	trüb
	10	29. 55	7	64. 1	wsw. 4	trüb
						strk Rg
3	8	29. 44	-1	78. 5	NW. 1	trüb Rg
	12	30. 14	8	76. 0	NW. 1	trüb
	2	30. 19	6	74. 1	NW. 1	trüb
	6	31. 03	0	69. 6	NW. 2	trüb
	10	31. 03	7	66. 4	NW. 1	trüb
						2''' stk Eis
4	8	29. 33	-2	71. 0	S. 1	sch Nb Reif
	12	29. 31	6	63. 2	S. 1	schön
	2	29. 21	0	73. 3	ssw. 1	trüb
	6	30. 59	7	75. 0	ssw. 1	trüb
	10	31. 15	4	78. 6	S. 3	trüb
						Mgrth
5	8	30. 81	-4	77. 9	sso. 2	trüb Nbl
	12	30. 46	2	64. 3	sso. 3	trüb
	2	30. 22	7	63. 7	sso. 3	trüb
	6	30. 21	7	63. 6	sso. 3	trüb
	10	30. 50	5	69. 7	ssw. 3	trüb
6	8	32. 69	-2	84. 2	ssw. 3	vrm Mrgr
	12	33. 59	0	63. 5	SW. 4	schön
	2	34. 03	8	71. 0	SW. 3	schön
	6	34. 86	1	68. 4	S. 3	trüb
	10	35. 87	2	71. 3	ssw. 4	trüb
7	8	36. 91	-			
	12	37. 08				
	2	36. 88				
	6	36. 60				
	10	36. 45				
8	8	36. 21	-			
	12	35. 87				
	2	35. 61				
	6	35. 03				
	10	34. 80				

Thermometrograph Tag	Min. Nachts vorher	Max. Tags	Wasser-Stand der Saale
1	+ 2.°0	+ 7.°6	5' 1.''5
2	3. 0	8. 7	5 5
3	3. 5	8. 6	5 4
4	2. 9	5. 2	5 4
5	0. 5	5. 0	5 9
6	1. 1	5. 2	5 11
7	1. 0	5. 4	5 11.5
8	3. 9	9. 5	5 8.5
9	3. 5	10. 1	5 6
10	2. 8	9. 4	5 5.5
11	3. 4	9. 9	5 4.5
12	3. 3	7. 8	5 5
13	2. 4	7. 5	6 1.5
14	2. 5	10. 2	6 8
15	0. 5	5. 5	7 0
16	1. 3	6. 4	7 1
17	2. 0	7. 2	7 2
18	4. 6	10. 1	7 1.5
19	4. 8	6. 4	7 1.5
20	4. 5	10. 5	7 0
21	6. 9	10. 8	7 0
22	6. 2	10. 2	6 11
23	4. 2	7. 9	6 9
24	2. 8	8. 4	6 5
25	3. 4	7. 4	6 3
26	4. 0	6. 1	6 2
27	+ 2. 7	4. 2	6 0.5
28	− 0. 7	5. 6	6 0
29	+ 2. 5	9. 5	5 11.5
30	+ 6. 0	+ 9. 1	5 10.5
Sma	90. 6	235. 0	184' 11.''5
Mttl	+ 3.02	+ 7.85	6. 2
	Min. − 0.°7	Max. + 10.°8	
	grösste Veränd. 11.°5		

Uebersicht d. Witterung Tage	Zahl
heiter	-
schön	3
verm	9
trüb	18
Nebel	8
Duft	2
Regen	15
windig	11
stürmisch	12
Gewitter	1
Nächte	
heiter	3
schön	-
verm	-
trüb	27
Nebel	-
Regen	10
windig	14
stürmisch	11
Mrgrth	15
Abrth	5

herm.	Hygr.	Wind
182.°0	2921. 62	SW
239. 3	3041. 22	wsw
279. 7	3154. 15	S
145. 8	2161. 06	SW
846. 8	11258 05	SW

	Barom.		Therm.		Hygrom.	
Mittl	331.''' 934	SW	+ 5.°64	SW	75.°05	SW
Max.	337. 083	SW	+ 10. 0	SO	94. 60	SW
Min.	326. 598	ssw	− 0. 2	S	53. 30	sso
Vränd	10.''' 485		10.°2		41. 30	

[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]

J HALLE,

TOR DR. WINCKLER.

Zeit der Beob. Tg	St.	Barometr bei +10° R. pariser	Tm. Rm. im Stn	Haar Hygr bei +10° R.	Wind	Wetter
1	8	328.'''80	+4	82.°5	SW. 1	trüb,Rg
	12	28. 44	7	67. 0	SW. 2	verm
	2	28. 17	9	70. 1	SW. 3	trüb
	6	28. 28	7	79. 7	SW. 4	trüb
	10	28. 61	1	77. 2	ssw. 4	trb Sturm
2	8	30. 94	−4	76. 5	SW. 2	trb Mgrth
	12	32. 02	0	75. 8	SW. 2	trüb
	2	31. 90	9	74. 6	wsw. 3	trb e. Rgtr
	6	31. 62	5	72. 6	ssw. 4	trüb
	10	29. 55	7	64. 1	wsw. 4	trüb
						strk Rg
3	8	29. 44	−1	78. 5	NW. 1	trüb Rg
	12	30. 14	8	76. 0	NW. 1	trüb
	2	30. 19	6	74. 1	NW. 1	trüb
	6	31. 03	0	69. 6	NW. 2	trüb
	10	31. 03	7	66. 4	NW. 1	trüb
						2'''stk Eis
4	8	29. 33	−2	71. 0	S. 1	schNbReif
	12	29. 31	6	65. 2	S. 1	schön
	2	29. 21	0	73. 5	ssw. 1	trüb
	6	30. 59	7	75. 0	ssw. 1	trüb
	10	31. 15	4	78. 6	S. 3	trüb
						Mgrth
5	8	30. 81	−4	77. 9	sso. 2	trüb Nbl
	12	30. 46	2	64. 3	sso. 3	trüb
	2	30. 22	7	63. 7	sso. 3	trüb
	6	30. 21	7	63. 6	sso. 3	trüb
	10	30. 50	5	69. 7	ssw. 3	trüb
6	8	32. 69	−2	84. 2	ssw. 3	vrm Mrgr
	12	33. 59	0	65. 5	SW. 4	schön
	2	34. 03	8	71. 0	SW. 3	schön
	6	34. 86	1	68. 4	S. 3	trüb
	10	35. 87	2	71. 3	ssw. 4	trüb
7	8	36. 91	−			
	12	37. 08				
	2	36. 88				
	6	36. 60				
	10	36. 45				
8	8	36. 11	−			
	12	35. 87				
	2	35. 61				
	6	35. 03				
	10	34. 80				

Thermometrograph Tag	Min. Nachts vorher	Max. Tags	Wasser-Stand der Saale
1	+ 2.°0	+ 7.°6	5' 1."5
2	3. 0	8. 7	5 5
3	3. 5	8. 6	5 4
4	2. 9	5. 2	5 4
5	0. 5	5. 0	5 9
6	1. 1	5. 2	5 11
7	1. 0	5. 4	5 11.5
8	3. 9	9. 5	5 8.5
9	3. 6	10. 1	5 6
10	2. 8	9. 4	5 5.5
11	3. 4	9. 9	5 4.5
12	3. 3	7. 8	5 5
13	2. 4	7. 5	6 1.5
14	2. 5	10. 2	6 8
15	0. 5	5. 3	7 0
16	1. 5	6. 4	7 1
17	2. 0	7. 2	7 2
18	4. 6	10. 1	7 1.5
19	4. 8	6. 4	7 1.5
20	4. 5	10. 5	7 0
21	6. 9	10. 8	7 0
22	6. 2	10. 2	6 11
23	4. 2	7. 9	6 9
24	2. 8	8. 4	6 5
25	3. 4	7. 4	6 3
26	4. 0	6. 1	6 2
27	+ 2. 7	4. 2	6 0.5
28	− 0. 7	5. 6	6 0
29	+ 2. 5	9. 5	5 11.5
30	+ 6. 0	+ 9. 1	5 10.5
Sma	90. 6	235. 0	184' 11."5
Mittl	+ 3.02	+ 7.83	6. 2
	Min. − 0.°7	Max. +10.°8	
	grösste Veränd. 11.°5		

Uebersicht d. Witterung: Tage	Zahl
heiter	-
schön	3
verm	9
trüb	18
Nebel	8
Duft	2
Regen	15
windig	11
stürmisch	12
Gewitter	1

Nächte	
heiter	3
schön	-
verm	-
trüb	27
Nebel	-
Regen	10
windig	14
stürmisch	11

Mrgrth	15
Abrth	5

Therm.	Hygr.	Wind
−182.°0	2921. 62	SW
239. 3	3041. 22	wsw
279. 7	3154. 15	S
145. 8	2161. 06	SW
−846. 8	11258 05	SW

	Barom.		Therm.		Hygrom.	
Mittl	331.'''934	SW	+ 5.°064	SW	75.°05	SW
Max.	337. 083	SW	+10. 0	SO	94. 60	SW
Min.	326. 59	ssw	− 0. 2	S	53. 30	sso
Vränd	10.'''485		10.°2		41. 30	

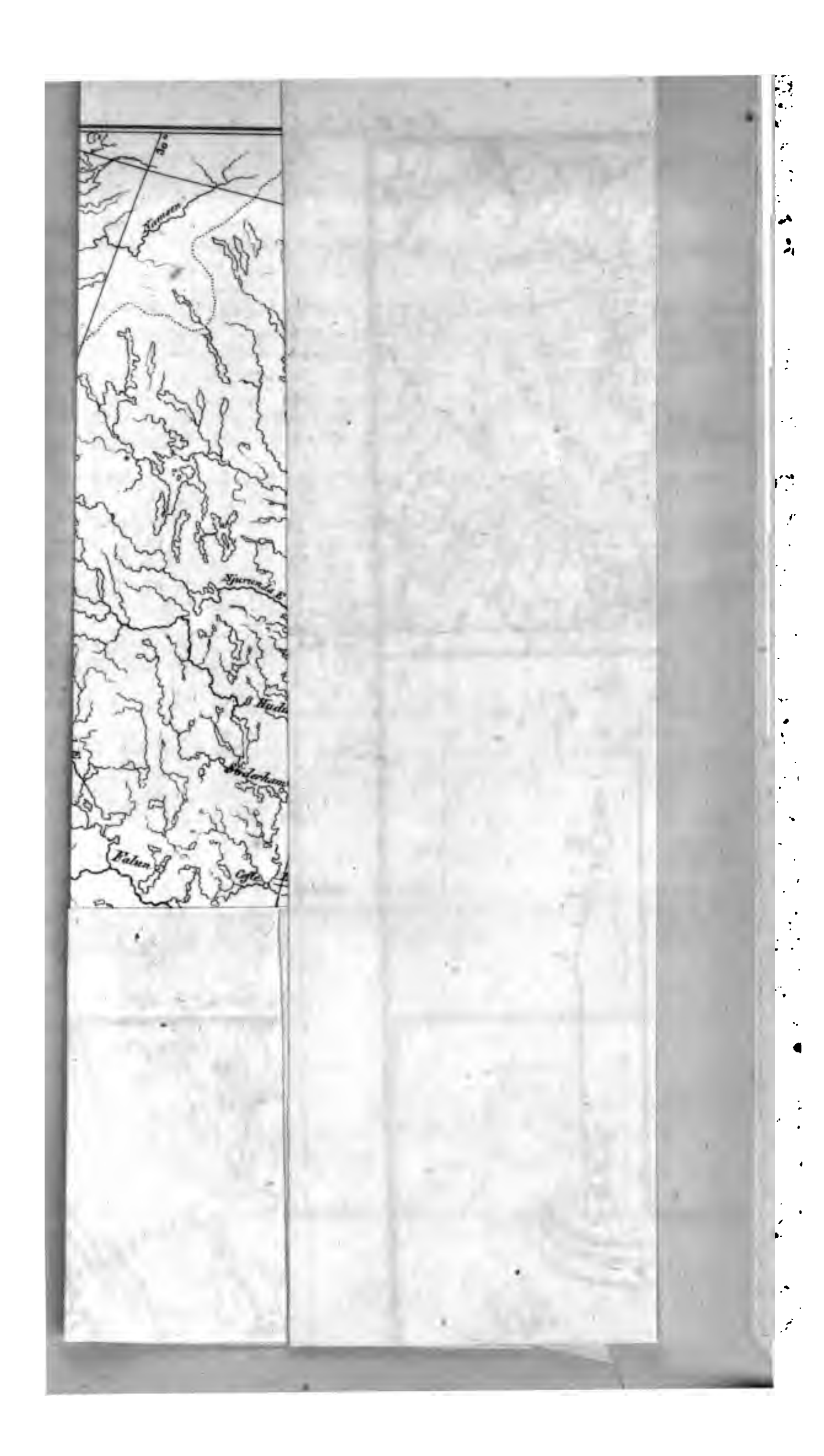
n g.

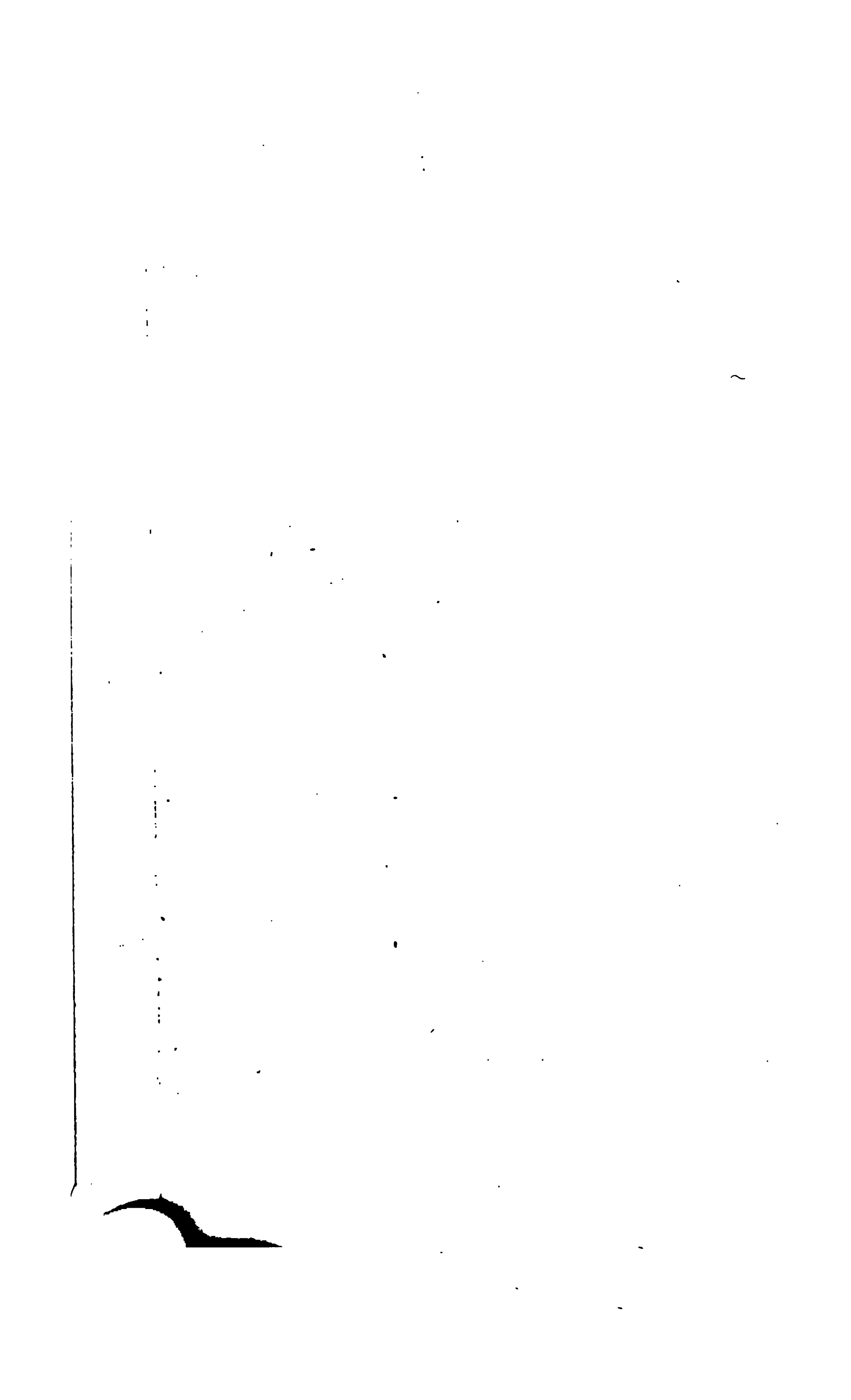
wolkig bed. Am 16. Nachts Reg., früh wolk. Bed. und ziehender Nim-
Regtrpf., Tags über bleibt die Decke und Spt-Abds ist sie gleichf. doch
Sterne matt hindurch. Am 17. wolk. Bed. die nur Nchmittags in N in
uf heit. Grunde aufgelöst. Am 18. Cirr. Str., die früh bisweil. offene Stel-
, formiren bald wolk. Bed. Am 19. Morg. wolk., Tags u. Abds gleichf.
. früh in einz. Tropf., Mittgs Sprühreg. und dann gelinde bis Nachts.
i wolk. Bed. bis 11 gering. Reg. Um 8 U. 55' heute Abd, trat der Neu-

, Am 21 u. 22. wolk. und gleichf. Decke wechseln; den 21. Abds und
Reg., den 22. Vormittgs bis gegen 3 fein, von 5—7 stärker, Reg. Am
Decke ist Morg. u. Spt-Abds nur, in SO etws gebrochen. Am 24. glei-
Decke; früh stark Nebl und dann der Horiz. hie u. da etws licht. Am
stark, Morg. Sprühreg.; Tags wolk., von Abds ab gleiche Decke, von 4½
am 10, wenig Reg. Am 26. düstere wolk. Bed., nach Mittg einz. Rgtrpf.,
-Horiz. etws licht. Am 27. Nchts stark Reg., auch früh von 8—9 bei
ecke; wolk. Decke bleibt herrschend und ist nur Abds in SW etws ge-
Am 28. früh oben heiter, unten belegt, stark Reif u. Nachts Eis 2''' stark.
h Cirr. Spur; Nchmittgs gleiche Decke, Abds Cirrus-Schleier mit offnen
d W heitr; Spt-Abds wieder wolk. bed. Um 3 U. 48' Abds heute, das
l-Viertel. Zum andern Mal in diesem Monat, stehet der Mond in sei-
ne.
Am 29. Cirr. Str. bed. streifig unten meist dicht, schon Vormittg bildet
Bed. die fortbesteht; Abds stark Nebl. Am 30. früh N u. W grosse offne
bnst wolk. bedeckt, Tags weniger Cirr. Str., Nchmittgs oben heiter, etwas
Horiz. bel. und in N u. S kl. Cum. darüber; von Abds ab gleiche Decke.

---

des Monats: trübe, nass, sehr gelinde, eher warm zu nennen; heftige
s SW bringen schnelle Bewegung des Barometers und tiefes Sinken des-
ur einmal fror Eis, nur 2 Linien dick.


30°
Falun



ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1824, ZWÖLFTES STÜCK.

I.

Ueber das Wolfram.

Von
F. Wöhler, M. Dr.

Ehe ich zur Beschreibung einiger früher noch nicht untersuchten Verbindungen und Verhältnisse des Wolframs komme, will ich die Methoden angeben, deren ich mich bediente, um die Wolframsäure aus dem in der Natur vorkommenden sogenannten Wolfram abzuscheiden, da man sie vielleicht noch nicht angewandt hat. — 1 Theil feines Wolframpulver wurde mit 2 Theilen geschmolzenem salzsauren Kalke in einem hessischen Tiegel etwa eine halbe Stunde lang geschmolzen. Die ausgegossene erstarrte Masse sieht im Bruche aus wie salzsaurer Kalk. Sie wurde mit Wasser ausgekocht, welches salzsaures Eisen - Mangan- und Kalksalz auszieht. Man giefst die Auflösung ab, und kocht den zurückbleibenden wolframsauren Kalk mit concentrirter Salzsäure. Nachdem man das Kochen hinreichend lange fortgesetzt hat, giefst man

die Flüssigkeit ab, worauf schön gelbe Wolframsäure zurückbleibt, die man sogleich mit Ammoniak digerirt. Man verdampft die Auflösung und glüht das Salmiak haltende wolframsaure Ammoniak, um die Säure daraus zu erhalten.

Da ich bemerkte, dass eine Auflösung von wolframsaurem Kali durch Kochen mit Salmiak eine große Menge wolframsauren Ammoniaks fallen liess, so versuchte ich auch auf diese Art die Wolframsäure durch eine einfache Operation aus dem Wolfram zu erhalten. Es wurden 1 Theil Wolframpulver mit 2 Theilen kohlensaurem Kali geschmolzen, das Kalisalz mit Wasser ausgezogen, und die Auflösung mit Salmiak gekocht. Das wolframsaure Ammoniak fiel natürlich nicht eher nieder, als bis alles freye Alkali mit Salzsäure vom Salmiak gesättigt war. Das niedergefallne schwere Ammoniaksalz war sehr weiss, und in kleinen glänzenden Blättchen krystallisirt.

Es wurde mit Salmiakauflösung ausgewaschen, da es darin so gut wie unauflöslich ist, wenn es sich einmal abgeschieden hat, und dann getrocknet und geglüht. Ich fand indess dass die daraus erhaltene Säure noch etwas fixes Alkali hielt. Diese Methode scheint daher nur mit folgender Abänderung zur Erhaltung einer reinen Säure anwendbar zu seyn. Die Auflösung nämlich, welche nach Abscheidung des Ammoniaksalzes übrig blieb, und ausser salzsaurem Kali und dem im Ueberschusse zugesetzten Salmiak noch aufgelöstes wolframsaures Ammoniak enthielt, wurde, um dieses nicht zu verlieren, abgedampft, und die Salzmasse so lange geschmolzen, bis aller Salmiak verdampft war. Durch Auflösen des salzsau-

ren Kalis hoffte ich nun Wolframsäure abscheiden zu können, aber statt dessen blieb eine grosse Quantität eines schwarzen schweren Pulvers zurück. Nachdem es ausgewaschen und getrocknet war, fand es sich, wie ich unten näher anführen will, dass es reines Wolframoxyd war, das sich beym Erhitzen an der Luft entzündete und zu reiner Säure verbrannte. — Ich glaube daher dass man zur Bereitung reiner Wolframsäure am besten so verfährt: man schmilzt das Wolframpulver mit kohlensaurem Kali, vermischt die Auflösung des wolframsauren Kalis mit hinlänglich viel Salmiak, dampft ab, und schmilzt die Salzmasse in einem hessischen Tiegel bis aller Salmiak zersetzt oder verdampft ist, zieht die geschmolzene Masse mit Wasser aus, kocht das zurückbleibende Wolframoxyd mit verdünnter Lauge von kaustischem Kali, um einen kleinen Antheil von beygemengtem schwerlöslichen sauren wolframsauren Kali wegzunehmen, und wäscht endlich mit reinem Wasser aus. Das getrocknete Wolframoxyd bewahrt man als solches oder verbrennt es zu Säure. —

Wolframoxyd.

Dieses Oxyd ist bekanntlich von Hrn. Berzelius entdeckt worden. Er erhielt es durch Glühen der Säure in Wasserstoffgas. Diese wird dabey erst vollkommen dunkelblau, welche Farbe nach und nach in dunkelbraun übergeht. Als ich solche krystallinische Wolframsäure gebrauchte, wie sie nach dem Glühen von krystallisirtem wolframsauren Ammoniak zurückbleibt, erhielt ich ein krystallinisches halb metallglänzendes Oxyd, das mit dem Polirstahl gerieben

einen dunkelkupferrothen Strich gab. Aber von vollkommnem Metallglanze und schöner kupferrother Farbe kann man es dadurch erhalten, daſs man ein Gemenge von Wolframſäure und Zinkfeile mit verdünnter Salzſäure übergieſst, und ſo oft beyde letztere erneut, bis alle Wolframſäure in kupferrothe metalliſche Blättchen verwandelt iſt. So wie die Waſſerſtoffgasentwickelung angefangen hat, wird die Wolframſäure blau, welche Farbe immer tiefer, zuletzt ſchwarz wird, und dann in violet und kupferroth übergeht. Das ſo gebildete Oxyd kann nur unter Waſſer aufbewahrt werden, da es ſo ſchnell den Sauerſtoff anzieht, daſs es an der Luft ſogleich blau zu werden anfängt, und ſich endlich ganz in gelbe Wolframſäure verwandelt. — Wenn man dieſe äuſseren Charactere des Wolframoxyds mit denen des kohlſchwarzen Pulvers vergleicht, was man durch Schmelzen von wolframſaurem Kali mit Salmiak erhält, und von dem ich anführte, daſs es Wolframoxyd ſey, ſo wird man wegen der Unähnlichkeit beider vielmehr vermuthen, daſs der ſchwarze Körper nicht Wolframoxyd ſondern metalliſches Wolfram ſey, um ſo mehr, wenn ich noch hinzufüge, daſs er durch den Polirſtahl weiſsen Metallglanz, aber von ſehr dunkler Nüancirung, annimmt. Daſs er indeſs wirklich nichts anders als Oxyd ſey, zeigt die Gewichtszunahme, die bei ſeiner Verbrennung entſteht. An der Luft erhitzt fängt er weit vorm Glühen Feuer, und 100 Theile nehmen dabei nach mehreren Verſuchen immer ſehr nahe an 8 Theile Sauerſtoff auf, alſo gerade ſoviel als das Oxyd. Wäre es metalliſches Wolfram, ſo müſsten 100 Theile beinahe 25 Theile aufnehmen, um Säure zu werden. —

Es ist indess merkwürdig, dass eine und dieselbe Verbindung unter so verschiedenen äusseren Characteren erscheinen kann; die Beispiele davon sind aber gar nicht so selten, man erinnere sich nur der in der Natur vorkommenden, so sehr verschiedenen Gestalten des reinen Eisenoxyds. — Ich will noch bemerken, dass sich das braune Wolframoxyd auch sehr leicht durch Rothglühen von Wolframsäure mit weniger, feinzertheilter Kohle in einem bedeckten Tiegel darstellen lasse.

Wenn der Wolframsäure einmal fixes Alkali beigemischt ist, so hält es schwer dasselbe ohne grosse Umwege davon zu trennen, und da sie durch einen geringen Gehalt davon wenig ihr Aeusseres verändert, so kann man leicht verleitet werden, solche unreine Säure statt reiner zu Versuchen anzuwenden. Anfangs, wenn ich versuchte durch Wasserstoffgas das braune Oxyd zu bereiten, geschah es mir immer, dass ich dasselbe gar nicht, sondern statt dessen ganz leicht und weit unter der Schmelzhitze des Glases metallisches Wolfram erhielt. Ich fand aber bald, dass demselben immer wolframsaures Alkali beigemengt war, was sich durch Wasser ausziehen liess, und als ich zu dem Versuche eine Säure anwandte, die in Folge ihrer Bereitungsart kein Alkali halten konnte, so ging die Reduction nie weiter als bis zum braunen Oxyd. Man kann sich übrigens auf die angegebene Art ganz leicht Wolframmetall machen, man muss es aber, um es rein zu erhalten, mit etwas Kalilauge auskochen, damit das ihm beigemengte Alkalisalz weggenommen werde. Es stellt dann ein ziemlich weisses, schweres metallisches Pulver dar, das sich beim Erhitzen an

der Luft leicht entzündet, und zu Wolframſäure verbrennt, wobei 100 Theile um beinahe 25 an Gewicht zunehmen. — Es geht alſo hieraus hervor, daſs ein geringer Gehalt an fixem Alkali auf eine unbekannte Art dazu beiträgt, daſs Wolframſäure durch Glühen in Waſſerſtoffgas nicht zu Oxyd, ſondern ſehr leicht zu Metall reducirt werde. Man erinnert ſich hierbei, daſs ſich auch vorm Löthrohr die Wolframſäure mit Natron ſehr leicht zu Metall reduciren läſst.

Ich will nun eine eigenthümliche Verbindung des Wolframoxyds mit Natron beſchreiben, die eigentlich die Veranlaſſung zur Mittheilung dieſer Notizen iſt. — Wenn man neutrales wolframſaures Natron in Waſſerſtoffgas ſchmiltzt und glüht, ſo wird es gar nicht verändert, wie lange man auch den Verſuch fortſetzen mag. Glüht man aber ſaures wolframſaures Natron in einem Strome von getrocknetem Waſſerſtoffgaſe, ſo wird die Salzmaſſe auf ihrer Oberfläche bald kupferroth, und dieſs pflanzt ſich allmählig durch die ganze Maſſe durch. Beim Erkalten geht dieſe metalliſche kupferrothe Farbe in eine goldgelbe über, und bringt man nun die Maſſe in Waſſer, ſo zieht dieſes neutrales wolframſaures Natron aus, und hinterläſst ein ſchweres kryſtalliniſches Pulver von goldgelber Farbe und vollem Metallglanze. Man ſtellt den Verſuch am beſten in einem Stücke einer Glasröhre an, die in der Mitte zur Kugel ausgeblaſen iſt, und erhitzt darin das Salz bis zum ſchwachen Glühen ſo lange in dem darüber ſtreichenden, durch ſalzſauren Kalk getrockneten, Waſſerſtoffgaſe, bis kein Waſſer mehr gebildet wird. Man kocht dann die Maſſe mit Waſſer aus, digerirt das zurückbleibende Pulver mit

concentrirter Salzsäure, da ihm noch saures schwerlösliches Salz innig anhängt, und kocht es zuletzt, wenn man die saure Flüssigkeit abgegossen hat, mit kaustischem Alkali, um die abgeschiedene Wolframsäure aufzulösen, worauf man mit reinem Wasser auswäscht, und trocknet. Das saure wolframsaure Natron bereitet man sich dazu am besten auf die Weise, dass man in schmelzendes neutrales Salz so lange Wolframsäure einträgt, bis die letzten Portionen nicht mehr aufgelöst werden, wozu sehr viel nöthig ist. Man hat dabei den Vortheil, dass man geglühte Säure dazu anwenden kann, die in wässrigem Salze sehr schwer löslich ist. Das geschmolzene saure Salz hat grosse Neigung beim Erstarren auf der Oberfläche wie Schwefel in langen Nadeln zu krystallisiren.

Die erhaltene Wolframoxyd-Verbindung ist in regelmässigen Cuben krystallisirt, die um so grösser und um so leichter mit blossen Augen zu erkennen sind, je langsamer man die Operation hat gehen lassen. Oft findet man in der reducirten Salzmasse Blasenräume, die mit Salz angefüllt waren, deren Wände man aber mit den brillantesten kleinen Cuben besetzt findet, so wie die Salzmasse durch Wasser weggenommen wird. Diese Verbindung hat vollkommnen Metallglanz, selbst wenn sie mit dem Polirstahle auf Papier gerieben wird; ihre Farbe ist kaum von der des Goldes zu unterscheiden, und wenn man ein aus grösseren Kryställchen bestehendes Pulver im Sonnenlichte betrachtet, so ist es von einem Glanze und einer Schönheit, wie man wenige andere Präparate sehen wird. Als feineres Pulver in Wasser aufgerührt und gegen das Sonnenlicht gehalten, ist sie, wie das Gold, mit grü-

ner Farbe durchscheinend. Sie wird von keiner Säure angegriffen, selbst nicht, wenn man sie lange mit dem stärksten Königswasser kocht. Nur concentrirte Flussäure zersetzt sie und löst sie auf. Von den concentrirten Auflösungen der kaustischen Alkalien wird sie nicht verändert. Aber an der Luft auf einem Platinbleche erhitzt, läuft sie stahlblau auf, geht eine Art von Schmelzung ein, und es bildet sich nach und nach rings um die Probe eine wasserhelle geschmolzene Masse, die beim Erkalten zum weissen Email erstarrt, das sich in Wasser, wiewohl nur sehr schwierig auflöst, und das dann durch Zusatz von Säuren stark getrübt wird. Nie verwandelt sich aber die ganze Masse der angewandten Probe in diese Substanz, sondern in der Mitte bleibt immer ein Kern unveränderter Verbindung zurück. Selbst in Sauerstoffgas geht diese Veränderung nicht vollständiger vor sich, obgleich sie mit einer schwachen Feuererscheinung verbunden ist, sondern auch hier bildet die entstehende schmelzbare Substanz einen Ueberzug, der die Einwirkung des Gases auf die innern Theile verhindert. Im luftleeren Raume läfst sich die Verbindung ohne Schmelzung und Veränderung glühen. Man sieht aus diesem Verhalten leicht ein, dass diese schmelzbare Substanz hier nichts anders als wolframsaures Natron seyn kann.

Da die kräftigsten Reagentien ohne Wirkung auf diese Verbindung sind, so war ich anfangs in Verlegenheit auf welche Art ich ihre Zusammensetzung bestimmen sollte. Dass sie Natrium und Wolfram hielt, war ausgemacht, ob aber ohne oder mit Sauerstoff schien nicht so leicht zu entscheiden zu seyn. Sie für

eine Legirung von Natrium mit Wolfram zu halten, dagegen sprach ihre Unzersetzbarkeit durch Königswasser, und sie wiederum als eine oxydirte Verbindung zu betrachten, damit stimmte ihr vollkommner Metallglanz sehr wenig überein.

Ich fand dann, dass sich diese Verbindung durch Chlorgas zersetzen lasse, aber auch nur, wenn man sie darin bis zum Glühen erhitzt hat; es wäre auch sonst kein Grund vorhanden, warum sie in Königswasser nicht zersetzt werden sollte. Im Chlorgase erhitzt, tritt eine schwache Verglimmung ein, es sublimirt ziemlich viel Chlorwolfram, von dem unten die Rede seyn soll, und es bleibt eine lauchgrüne Masse zurück, aus der man mit Wasser Chlornatrium ausziehen kann, das durch Verdampfen der Auflösung in Würfeln krystallisirt. Das rückständige grüne Pulver ist ein Gemenge von Wolframsäure und etwas Wolframoxyd. Aber die Wolframsäure beträgt bei weitem mehr als das Chlorwolfram und Wolframoxyd. Aus diesem Verhalten schien also hervorzugehen, dass es eine Sauerstoff haltende Verbindung ist, deren vorher anders vertheilter Sauerstoff durch die Vereinigung des Chlors mit dem Natrium und einem Theile Wolfram an das übrige Wolfram trat, um Säure zu bilden. Ich erhielt genau dasselbe Resultat, als ich vollkommen trocknes Chlorgas anwandte, und Sorge trug, dass vor dem Erhitzen der Verbindung im Gase alle atmospärische Luft ausgetrieben war, so dass die Entstehung der Wolframsäure weder von Sauerstoff des Wassers, noch der atmospärischen Luft abzuleiten war.

0,873 Grm. der Verbindung in Chlorgase erhitzt,

lieferten 0,157 Grm. Chlornatrium = 0,089 Natron, alſo = 10,6 Theile in 100 der Verbindung. — In einem andern Verſuche gaben 0,732 Grm. der Verbindung 0,122 Grm. Kochſalz, welches nur 8,88 pr. Cent. Natron entſpricht. Beim Auflöſen der entſtandnen Wolframſäure in Kali blieb indeſs ein violettes Pulver zurück, das wie unzerſetzte, nur angelaufene Verbindung ausſah, von welcher unvollſtändigen Zerſetzung die Urſache vielleicht der halbgeſchmolzene Zuſtand des Kochſalzes iſt, das die weitere Einwirkung des Gaſes verhindert. — Ich verſuchte daher die Analyſe auf eine andere Manier, nämlich durch Schwefel, wodurch die Verbindung vollſtändig in Schwefelmetall zerſetzt wird. 0,487 Grm. derſelben wurden in einem kleinen bedeckten Porzellantiegel mit reinem Schwefel ſo lange geglüht, bis aller überſchüſſige Schwefel verjagt war. Die entſtandene Maſſe ſah wie Schwefelwolfram aus, und wog 0,55. Weder von Waſſer noch Salzſäure wurde Schwefelnatrium daraus aufgelöſt. Sie wurde daher ſo lange mit Königswaſſer digerirt, bis ſie wie reine Wolframſäure ausſah, die Flüſſigkeit dann verdampft und die Maſſe geglüht, wobei Schwefelſäure wegging. Die Wolframſäure wurde dann aufs Filter gebracht, das ſchwefelſaure Natron ausgewaſchen, und zwar mit Waſſer, das durch etwas Salzſäure ſauer gemacht war, da die Wolframſäure darin weniger als in reinem Waſſer auflöslich iſt. Nach dem Trocknen und Glühen wog ſie 0,450 Grm. Dieſe Menge entſpricht 86,2 Theilen Wolframoxyd in 100 Th. der Verbindung, der Reſt iſt alſo die Menge des Natrons = 13,8 Theile. Hieraus ſcheint hervorzugehen, daſs dieſe Verbindung beſtehe aus:

	Atome		Versuch
Wolframoxyd	— 4 —	87,81 —	86,2
Natron	— 1 —	12,19 —	13,8
		100,00.	100,0.

Man findet leicht, daſs der Sauerſtoff des Natrons nicht halb ſo viel beträgt als nöthig wäre um das Wolframoxyd in Säure zu verwandeln, deshalb muſs hierzu ein Theil des Sauerſtoffs vom Wolframoxyde ſelbſt bei der Einwirkung des Chlors verwandt, alſo ein entſprechender Antheil Wolfram frei werden, der ſich, wie man auch geſehen hat, mit Chlor verbindet. Aus dieſen Gründen iſt es auch klar, daſs die Verbindung das Wolfram nur als Oxyd enthalten kann.

Ich verſuchte dieſes Wolframoxyd-Natron direct hervorzubringen, und erhitzte Wolframoxyd mit waſſerfreiem kohlenſauren Natron, ohne Zutritt der Luft. Beim Auflöſen der Maſſe in Waſſer blieb ein ſchwarzes Pulver zurück, das ſich wie metalliſches Wolfram verhielt, und das Natron enthielt viel Wolframſäure.

Endlich verſuchte ich auch eine dem Wolframoxyd-Natron analoge Kali-Verbindung hervorzubringen, und glühte ſaures wolframſaures Kali in Waſſerſtoffgas. Die Maſſe wurde bald grau metalliſch, und hinterlieſs beim Auflöſen in Waſſer eine faſt zinnweiſse metalliſche Subſtanz, die beim Erhitzen erſt mit den Farben des Stahls anlief, ſich dann entzündete und zu reiner Wolframſäure verbrannte. In Chlorgas erhitzt, entzündete ſie ſich ebenfalls und verbrannte ohne Rückſtand zu Chlorwolfram, ſie war alſo nichts anders als reines Wolframmetall.

Chlorwolfram.

H. Davy hat zuerst angegeben, daſs Wolfram, in Chlorgas erhitzt, darin zu einer weiſsen Subſtanz verbrennt, die ſich mit Waſſer in Wolframſäure und Salzſäure zerſetzt; weiter aber ſcheint hierüber nichts bekannt zu ſeyn. Ich habe gefunden, daſs ſich drei verſchiedene Verbindungen von Wolfram mit Chlor hervorbringen laſſen.

Chlorwolfram im Maximum mit Chlor. Es entſteht immer und faſt allein, wenn das ſchwarzgefärbte oder braungefärbte Wolframoxyd in einem Strome von trocknem Chlorgaſe erhitzt werden. Bei dem braunen Oxyde geht die Verbindung mit Feuererſcheinung vor ſich, die Glaskugel, worin es liegt, füllt ſich mit dicken gelblichen Dämpfen, die ſich zu gelblichweiſsen Schuppen condenſiren, und endlich ein dickes Sublimat bilden, das dem Anſehen und der Conſiſtenz nach die täuſchendſte Aehnlichkeit mit der natürlichen Boraxſäure hat. An der Luft verwandelt ſich dieſes Chlorwolfram, je nach ihrem Gehalte an Feuchtigkeit, ſchon nach einigen Stunden oder erſt nach Tagen in Wolframſäure, während es ſtechend nach Salzſäure riecht, welches überhaupt immer ſein Geruch iſt. In Waſſer zerſetzt es ſich ſchon nach kurzer Zeit, jedoch nicht augenblicklich, in Wolframſäure und Salzſäure. In Ammoniak löſt es ſich mit Ziſchen und ſtarker Erhitzung augenblicklich auf. Es iſt ſehr flüchtig ohne ſchmelzbar zu ſeyn, und ſein Dampf iſt von dunkelgelber Farbe. Wird es über der Weingeiſtflamme an offner Luft erhitzt, ſo wird es in dem Augenblicke, wo es gasförmig wird, vom Waſſerdampfe der Flamme zerſetzt, es entſtehen ſalz-

saure Dämpfe, die abgeschiedene Wolframsäure bildet nahe über der Flamme einen leuchtenden Rauch und fliegt dann in grofsen, äusserst zarten Flocken wie die Zinkblumen im ganzen Zimmer herum.

Da sich dieses Chlorwolfram mit Wasser gerade in Wolframsäure und Salzsäure zersetzt, so muss es seiner Zusammensetzung nach der Wolframsäure entsprechen, das heist aus 1 Atom Wolfram und 3 At. Chlor bestehen.

	Atome	
Chlor	— 3 —	35,9
Wolfram	— 1 —	64,1
		100,0.

0,166 Grm. Chlorwolfram, in Ammoniak aufgelöst, abgedampft und geglüht, gaben 0,13 Grm. Wolframsäure, welche 62,65 Wolfram in 100 Th. Chlorwolfram entsprechen. Der Versuch konnte schon deshalb kein genaues Resultat geben, weil sich das Chlorwolfram bei jeder Manipulation, die man damit vornehmen muss, immer zersetzt.

Chlorwolfram im Minimum mit Chlor. Es entsteht immer und fast allein, wenn metallisches Wolfram in Chlor erhitzt wird. Das Wolfram entzündet sich dabei, und brennt dann von selbst fort. Bisweilen erscheint dieses Chlorwolfram als dunkelrothe, zarte, wollig zusammengehäufte Nadeln, meist aber als eine dichte geschmolzene dunkelrothe Masse, mit glänzendem Bruche, ungefähr wie schnell sublimirter Zinnober. Es schmilzt leicht und kocht, ehe es sich in Gas verwandelt, das eine noch dunkler rothe Farbe als das der salpetrigen Säure hat. In Wasser fängt es bald an violet zu werden, und nach und nach zersetzt es sich völlig in sehr

schönes violetbraunes Oxyd und in Salzsäure. In kaustischem Kali löst es sich mit Wasserstoffgasentwickelung zu wolframsaurem und salzsaurem Kali auf. Eben so entwickelt es mit kaustischem Ammoniak sogleich Wasserstoffgas, aber es entsteht dabei noch eine gelbe Auflösung, die sich bei sehr gelindem Erhitzen entfärbt, braun trübt und braunes Oxyd fallen läst.

Dieses Chlorwolfram entspricht dem Oxyde und bestehet also aus:

	Atome	
Chlor	— 2 —	26,79
Wolfram	— 1 —	73,21.
		100,00.

Das dritte Chlorwolfram, über dessen Zusammensetzung ich weder Versuche anstellte, noch eine Vermuthung äussern will, entsteht gewöhnlich, wiewohl in geringer Quantität, mit dem im Maximum. Die gröſste Quantität davon erhielt ich aber, als ich Schwefelwolfram in Chlorgas erhitzte. Es ist das Schönste von allen. Es bildet dunkelrothe durchsichtige Nadeln, die oft von der einen Wand der Glaskugel zur andern reichen. Oft füllt ein Gewebe solcher Nadeln die ganze Kugel aus, obgleich die eigentliche Menge im Ganzen sehr gering ist. Es ist äusserst leicht schmelzbar, und krystallisirt beim Erstarren in langen, sich an das Glas legenden rothen Krystallen. Es ist viel flüchtiger als das vorige, sein Dampf ist so roth wie der der salpetrigen Säure. An der Luft zersetzt es sich fast augenblicklich in Wolframsäure und Salzsäure. Wirst man es in Wasser, so schwillt es auf, wie sich löschender Kalk, es entsteht, wie bei diesem, ein kochendes Geräusch und Wärme, und gleich darauf ist es völlig in Wolframsäure verwandelt.

II.

Zusammenstellung der Eigenschaften der strahlenden Wärme

von

Herrn Fourier *).

Wir vereinigen in dieser Abhandlung die Lehrsätze über das Gleichgewicht der strahlenden Wärme, um die Aufmerksamkeit auf diesen neuen Zweig der mathematischen Physik hinzulenken, und indem wir die gegenwärtigen Grenzen des letztern bezeichnen, wollen wir zugleich die Untersuchungen andeuten, welche zu seiner Vervollkommnung dienen könnten.

I.

Jedes Oberflächenelement eines erhitzten Körpers ist der Mittelpunkt einer Unendlichkeit von Strahlen, die sich nach verschiedenen Richtungen des Raumes ausbreiten. Diess Element läfst sich als eine unendlich kleine Scheibe betrachten, die Cylindern zur Basis dient, welche alle mögliche Richtungen besitzen und von denen jeder eine Unzahl paralleler Strahlen einschliesst.

Die solcher Gestalt durch das Flächenelement ω in den äusseren Raum gesandte strahlende Wärme

*) Annal. de Chim. et Phys. XXVII. 236.

besteht aus zwei sehr verschiedenen Theilen; der eine von ihnen kommt aus dem Innern der Masse, zu welcher die Fläche ω gehört; der andere ist der, welchen dieselbe Fläche ω von umgebenden Körpern erhalten hat und reflectirt. Die Kräfte, welche die Wärme, mit der die Körper durchdrungen sind, nach Aussen treibt, oder die, welche einen Theil der auf die Oberfläche gefallenen Strahlen zurückwirft, kennen wir nicht, aber wir beobachten die Wirkungen dieser Kräfte und sie sind es, welche den Gegenstand unserer mathematischen Untersuchungen ausmachen.

Die von umgebenden Körpern auf das Flächenelement ω einfallende Wärme theilt sich in zwei Theile, von denen einer in die Masse M eindringt, der andere aber in den äusseren Raum zurückgeworfen wird, unter gleichem Winkel, unter welchem er einfiel. Die Strahlen, welche der Körper M hinauszuwerfen trachtet, erleiden eine ähnliche Einwirkung, nämlich eine Art von innerer Reflexion. Ein Theil derselben, welcher von den der Oberfläche zunächst liegenden Molekulen des Körpers M ausgestossen wird und zum Elemente ω unter einem gewissen Winkel gelangt, setzt seinen Weg nach gerader Richtung in den umgebenden Raum fort. Dieses ist die eigentliche Ausstrahlung. Ein anderer Theil der Wärme, welche zum Körper hinausstrebt, geht nicht über das Element ω hinaus, sondern kehrt in die Masse zurück.

Die eigenen von dem Körper M ausgesandten und das Element ω durchdringenden Strahlen vereinigen sich mit denjenigen, welche das Flächenelement von Aussem erhält und reflectirt. Die totale Menge der strahlenden Wärme, welche ω entströmt, besteht also

aus zwei Gattungen von Strahlen, aus direct ausgestrahlten und aus reflectirten, so wie es klar ist, dass die von äusseren Körpern herrührenden und von ω reflectirten Strahlen ebenfalls aus directer und reflectirter Wärme bestehen; wir betrachten aber diese Strahlen nicht an der Oberfläche der Körper, welche sie aussenden, sondern an der des Körpers M, in welche sie eindringen oder von welcher sie reflectirt werden.

II.

Mehrere Versuche lassen glauben, dass die Menge der strahlenden Wärme, welche ein Flächenelement ω in einer gegebenen Richtung aussendet, um so geringer ist, als diese Richtung einen kleineren Winkel mit der Fläche ω bildet, und dass sie proportional ist dem Sinus dieser Neigung. Wir werden zeigen, wie die Theorie diese Folgerung erklärt und beweist. Ein mit den Lehrsätzen der Geometrie und Statik analoger Satz lässt sich auf experimentalen Wege erweisen, aber er erfordert einen theoretischen Beweis, welcher die von der Schwierigkeit der Maasse und den unvermeidlichen Fehlern der Beobachtungen herrührenden Zweifel hebt.

Zuvor ist es nöthig das Maass zu bezeichnen, durch welche eine von dem nämlichen Flächenelement nach jeder Richtung in den Raum gesandten Wärmemenge genau gemessen werden kann. Zu diesem Zwecke denke man sich die parallelen Strahlen, welche einen der schiefen Cylinder bilden, deren Basis die Scheibe ω ist, und gegen diese um den Winkel

φ neigen. Diese unaufhörlich erneuerten Strahlen würden ein, in beliebiger Entfernung von ω und senkrecht auf der Axe des Cylinders angebrachtes Diaphragma durchdringen, und man sieht, daſs dieser Vorgang während einer gewissen als Einheit angenommenen Zeit, fortdauernd Statt findet. Könnte man sämmtliche Wärme, welche auf diese Art in der Zeiteinheit das Diaphragma des Cylinders durchdringt, sammeln, und bestimmen wie viel Eis sie schmelzt, so würde diese Eismenge in Zahlen der Gewichtseinheit ausgedrückt seyn, und diese Zahl ist es, welche wir als genaues Maaſs der totalen, in einem schiefen Cylinder enthaltenen Wärmemenge annehmen. Auf diese Art kann man die Wärmemengen, welche das nämliche Element nach verschiedenen Richtungen aussendet, mit einander vergleichen. Diese Definition ist sehr geeignet, die Aufgaben zu verdeutlichen und reicht hin sie einigermaaſsen zu lösen; es ist indeſs nöthig, diese Auflösung auf einen positiven Beweis zu stützen. Wir haben sie aus der sehr allgemeinen und durch die gewöhnlichen Beobachtungen gegebenen Thatsache, des Gleichgewichtes der Wärme unter den am nämlichen Orte befindlichen Körpern abgeleitet.

III.

Man denke sich ein verschlieſsbares, aus einer festen Masse bestehendes Gefäſs, das von äuſseren Ursachen in allen seinen Punkten auf die constante Temperatur C erhalten wird, und bringe in dieses mehrere Körper, die unter sich an Gestalt, Gröſse, Stoffbeschaffenheit und Oberflächenzustand verschieden sind. Die Temperaturen streben zufolge des Prin-

cipes der Mittheilung der Wärme immerfort dahin, sich zwischen diesen Körpern ins Gleichgewicht zu setzen. Denn 2 Molekel, deren Temperatur zuvor verschieden war, üben diesem Principe gemäſs eine solche Wirkung auf einander aus, daſs der weniger erhitzte von dem andern einen Theil der überschüſsigen Wärme bekommt, und diese mitgetheilte Wärme hört beständig damit auf, genau der Temperaturdifferenz proportional zu seyn. Es folgt aus dieser beständigen Theilung und der constanten Temperatur des Gefäſses, daſs alle in letzterem enthaltenen Körper, unaufhörlich dahin streben, die nämliche Temperatur zu erhalten.

Wäre die constante, allen Punkten des Gefäſses gemeinsame Temperatur C, auch den eingeschloſsenen Körpern M, N, P, vorher ertheilt worden, so würde keine Veränderung eintreten und jeder Körper seine ursprüngliche Temperatur behalten. Wenn aber ein oder mehrere dieser Körper, bei ihrer Hineinbringung in das Gefäſs eine niedere Temperatur als C gehabt hätten, so würden sie sich in diesem allmählig erwärmen, und nach einer gewiſsen Zeit eine wenig von C verschiedene Temperatur erreichen. Diese Differenz nimmt immerfort ab und wird kleiner, als jede gegebene Gröſse. Derselbe Vorgang findet Statt, wenn die Anfangstemperatur der Körper M, N, P, gröſser war, als die der Umgebung, und wird auch nicht durch die Oberflächenbeschaffenheit des Gefäſses abgeändert, es reicht hin, daſs alle Punkte eine gemeinschaftliche und beständige Temperatur besitzen. Eben so ist diese Thatsache unabhängig von der Natur, der Gestalt und dem Aggregatzustand der Körper M, N, P. Die

Wärmemenge aber, welche diese Körper durchdringt und die Zeit, um sie zu erlangen, ist nach der Natur der Stoffe sehr verschieden; ihre Endtemperatur ist jedoch stets die nämliche und zwar die der Umgebung. Diese Betrachtung über das Gleichgewicht der Temperaturen in einem geschlossenen Gefäfse ist das wahre Fundament der mathematischen Theorie von der strahlenden Wärme, und entspringt, wie wir gesagt haben, aus der Mittheilung der Wärme, als der allgemeinsten und beständigsten Thatsache, welche man in dieser Klasse von Erscheinungen beobachtet hat.

IV.

Es ist jetzt zu zeigen, wie diese Kenntnifs vom Gleichgewichte zur Bestimmung des Gesetzes der Strahlung dienen kann. Jeder unendliche kleine Theil der Oberfläche eines erhitzten Körpers ist der Mittelpunkt einer mit strahlender Wärme erfüllten Halbkugel. Alle Elemente der hemisphärischen Fläche (deren Radius gleich eines gesetzt ist), werden in gleichen Zeiten von Wärmemengen durchdrungen, die man keineswegs, als überall gleich voraussetzen kann. Es handelt sich nun darum das Gesetz zu finden, nach welchem die Wärme auf der Halbkugelfläche vertheilt ist.

Zu dem Ende betrachte man wieder ein Gefäfs, welches von allen Seiten durch Flächen von gegebener Form begrenzt ist, und überall eine constante Temperatur besitzt. Man denke sich im Innern des Gefäfses, z. B. im Mittelpunkt einer Kugelfläche, ein unendlich kleines kugelförmiges Theilchen und nehme sich vor, die von diesem zu erreichende Temperatur

zu bestimmen. Diese Endtemperatur ist eine solche, bei welcher das Molekel genau dieselbe Wärmemenge an das Gefäß abtritt, als es von diesem erhält; denn wären diese Mengen sich nicht gleich, so würde das Molekel offenbar seine Temperatur verändern. Auf diesem Grundsatze beruht die Rechnung. Wir nehmen an, daß man nicht wisse, ob die von einem Elemente ω des Gefäßes ausgesandten Strahlen, um so weniger Wärme enthalten, als sie mehr gegen ω geneigt sind und welches das Gesetz der Abnahme sey, d. h. welche Wärmemenge ein Cylinder enthält, dessen Basis ω mit der Axe den gegebenen Winkel φ bildet. Man betrachte also diese in jedem Strahle enthaltene Wärmemenge, als eine unbestimmte Funktion des Sinus vom Winkel φ und wird als dann leicht nach den Regeln der Integralrechnung, den Ausdruck für die Endtemperatur α des Molekels erhalten. Dieser Ausdruck enthält die unbestimmte Funktion f (sin φ). Man sucht alsdann die Natur dieser Funktion zu bestimmen, indem man den Werth von α mit dem der gemeinschaftlichen Temperatur des Gefäßes vergleicht.

V.

Berechnungen dieser Art haben uns bewiesen, wie es schon die Beobachtungen gezeigt hatten, daß die totale Menge an strahlender Wärme, welche irgend ein Element des geschlossenen Gefäßes aussendet, proportional ist dem Sinus der Neigung. Wir hatten z. B. ein sphärisches Gefäß angenommen und das Molekel im Mittelpunkt desselben gesetzt, oder auch den Raum statt des Gefäßes durch zwei parallele Ebenen von unendlicher Ausdehnung begränzt, auch haben

wir dem Gefäſse die Geſtalt einer cylindriſchen Fläche beigelegt, die an beiden Enden durch Kreisflächen geſchloſſen iſt. Sowohl für dieſe verſchiedenen Fälle, als auch für alle, welche wir ſonſt der Rechnung unterwarfen, findet man, daſs wenn die von dem Scheibchen ω ausgeſandte Wärmemenge, nach allen Richtungen gleich wäre, die alsdann eintretenden Erſcheinungen den beobachteten gänzlich widerſprechen würden. Die vom Molekel erlangte Temperatur würde mit ſeiner Lage im Raume veränderlich ſeyn.

Man würde in einer auf der Siedhitze erhaltenen Gefäſse die Froſttemperatur finden, und umgekehrt, die des ſchmelzenden Eiſens in einer Umgebung von Eis antreffen. Wenn hingegen die von jedem Elemente ausgeſandte Wärme proportional iſt dem Sinus der Neigung, ſo giebt es in dem innern Raum keinen Punkt, in welchem nicht ein Molekel die Temperatur des Gefäſses annähme. (Die Rechnungen darüber finden ſich im 5. Bande der Nouv. Mem. de l'acad. roy. und dem 4. Bd. der Annal. de Chem. et Phys.)

VI.

Es iſt leicht dieſe Folgerungen zu verallgemeinern und zu beweiſen, daſs wenn die Wärmemenge in einem Strahle proportional iſt, dem Sinus der Neigung dieſes Strahles mit dem Element, welches denſelben ausſendet, die Endtemperatur eines Körpers in dem geſchloſſenen Gefäſse, keineswegs von der Form des Gefäſses abhängt und ſtets mit der der Umgebung gleich iſt. Dieſs Reſultat findet immer Statt, welche Stelle die Körper einnehmen und wie groſs auch ihre Zahl und Ausdehnung ſeyn mag. Jedes unendlich kleine

Oberflächenelement dieser Körper, oder dieses Gefäſses, iſt die gemeinſchaftliche Baſis einer Unzahl von Strahlen, welche ſich vom Mittelpunkt entfernen und eine mit Wärme erfüllte Halbkugel bilden. Das nämliche Element empfängt, nach den verſchiedenen Richtungen eine eben ſo groſse Anzahl von Strahlen, als es ausſandte und die folglich ebenfalls Wärmemengen, proportional mit dem Sinus des Neigungswinkel, zuführen.

Vor allem iſt es nöthig zu bemerken, 1) daſs die hier entwickelte mathematiſche Folgerung, dem Falle des Gleichgewichtes zukommt, d. h. demjenigen, in welchem alle Theile des Gefäſses eine gemeinſchaftliche Temperatur beſitzen. In dieſem Falle iſt es bewieſen, daſs die Wärmemengen, welche das nämliche Element nach verſchiedenen Richtungen ausſendet, proportional iſt dem Sinus der Neigung; 2) daſs dieſe von der Fläche . ω ausgeſandte Wärmemenge nicht bloſs durch directe Ausſtrahlung, ſondern auch von der durch dieſes Element geſchehenen Zurückſtrahlung erzeugt wird. Mithin drückt der vorhergehende Satz das Geſetz der totalen Wärmeausſendung, oder das der Strahlung aus, und nicht das Geſetz der unmittelbaren Ausſendung, welches man als ſehr verſchieden von dem vorhergehenden annehmen kann.

VII.

Die Folgerungen, welche man aus dem Geſetze der Proportionalität der, von einem Flächenelemente ausgeſandten, Wärmemenge mit den Sinus der Neigung ableiten kann, ſind nachſtehende:

1) Wenn das genannte Gesetz Statt findet, so ist unter der strahlenden Wärme, von einem Elemente zum andern, Gleichgewicht vorhanden, d. h. wenn man zwei unendlich kleine Elemente ω, ω', für sich betrachtet, gleichviel ob sie dem Gefäſse, oder den darin enthaltenen Massen angehören, so empfängt das eine genau eben soviel von dem anderen, als es diesem wiederum zuschickt. Diese Eigenschaft kann nur mit dem erwähnten Gesetze übereinstimmen. Das Gleichgewicht von Element zu Element wird aus keinem anderen Gesetze hervorgehen; es setzt nothwendig voraus, daſs die ausgesandte oder empfangene Wärme proportional ist dem Sinus des Winkels, welchen der Strahl mit der Fläche bildet.

2) Wenn man für eine in dem innern Raume befindliche unendlich kleine Kugel berechnet, wie viel Wärme dieselbe von den Theilen des Gefäſses, oder den übrigen Körpern empfängt, so findet man eine constante Gröſse, die nicht von der Lage dieser kleinen Kugel, oder der Gestalt des Gefäſses abhängt. Jeder Punkt des Raumes, ist der Mittelpunkt einer Unendlichkeit von Strahlen von gleicher Intensität, welche in allen Richtungen anlangen und abgehen.

3) Die Wärmemenge, welche, für den Fall des Gleichgewichtes, eine Fläche von beliebiger Gestalt und von überall gleicher Temperatur, nach einem Punkte des Raumes aussendet, ist leicht zu messen. Man muſs diesen Punkt, als den Scheitel eines Kegels betrachten, der die gegebene Fläche einhüllt, und mit dem gleich eins gesetzten Radius eine Halbkugelfläche beschreiben, deren Mittelpunkt ebenfalls in diesem Punkte liegt. Der Theil der Halbkugelfläche, welche

in jenem Kegel begriffen ist, d. h. die Capacität oder Oeffnung des Kegels misst die fortgesandte Wärme. Wir haben von dieser Construction in einem Aufsatze, betitelt: Aufgabe über die physikalische Theorie der strahlenden Wärme, (Annal. de Chim. et Phys. VI. p. 259.) Gebrauch gemacht. *)

*) Hier in gedrängter Kürze einen Auszug jener Abhandlung, der zur Verständigung der gegenwärtigen gewiss nicht überflüssig ist. P.

1) Wenn ein Molekel μ, im Inneren eines geschlossenen, luftleeren Gefäfses befindlich, von den Wänden des letzteren bestrahlt wird und die Theile aa, bb etc, ungleiche Temperaturen besitzen, (Fig. 1) so misst man die Wärme welche μ empfängt, dadurch, dafs man die Temperatur a eines jeden Theiles, mit der Capacität α der Kegelfläche $a\mu a$ multiplicirt. Capacität heifst hier der Theil einer, aus μ, mit dem Radius $= 1$ beschriebenen Kugelfläche, welchen der Kegel $a\mu a$ auffängt. Die totale Wärmemenge, welche u erhält, ist, diesem nach, gleich der Summe analoger Produkte $= a\alpha + b\beta + \ldots$

2) Ein unendlich kleines, in μ befindliches und feste Temperatur erlangt habendes Thermometer, würde von einer zwischen gestellten Fläche $a'a'$, (Fig. 2.) die gleiche Temperatur mit aa besitzt, eben so viel Wärme als von dieser bekommen und in seiner Temperatur nicht geändert werden. Wäre $a'a'$ aber wärmer oder kälter, als aa, so wird die Temperatur von μ sich heben oder senken, denn der Faktor, welcher die hier zwar unverändert gebliebene Capacität des Kegels multiplicirt, ändert sich mit der Temperatur.

3) Wenn die zwischen gestellte Fläche rr, (Fig. 3.) die erhaltene Wärme völlig zu reflectiren vermag, so findet man die Wärmemenge, welche diese nach μ sendet, dadurch, dafs man die, den Spiegel umhüllende, Capacität des Kegels multiplicirt mit der Temperatur b, der Fläche bb, deren Wärme auf μ reflektirt wird. Man kann also rr als nicht vorhanden

Für den Fall des Gleichgewichtes ist diese Folgerung in aller Strenge wahr. Haben die Flächen ungleiche, aber wenig von einander unterschiedene Temperaturen und sind die Einfallswinkel nicht sehr klein, so kann man ebenfalls noch von dieser Construction Gebrauch machen, wenn man die Wirkung jeder

betrachten und der von diesem Spiegel verdeckten Fläche *aa*, die Temperatur *b* zuschreiben. Wenn *rr* die Wärme völlig reflectirt, so wirkt es auf μ eben so, als wenn es keine eigenthümliche Wärme besitzt. Mittelst der Reflexion ist die Temperatur *b* des Flächentheiles *bb* nach dem Spiegel *rr*, oder was gleich ist, nach der von diesem verdeckten Fläche *aa*, verpflanzt.

4) Ist die Temperatur des Stückes *bb* der Fläche nicht überall dieselbe, so gilt das Vorgehende nur von einem unendlich kleinen Theilchen $\beta\beta$, dessen Temperatur als überall dieselbe zu betrachten ist. Die Wärme von $\beta\beta$ fängt $\varrho\varrho$ auf und ist β die Temperatur von $\beta\beta$, so giebt β mal der Capacität des Kegels $\beta\mu\beta$, die Wirkung von $\beta\beta$ auf μ (Fig. 4.).

5) Wenn man unter den früheren Bedingungen, zwischen μ und den Wänden des Gefäſses, eine Platte *bb* setzt, (Fig. 5.) deren Temperatur *b* geringer ist, als *a*, die des Gefäſses, so fällt das Thermometer, und zwar da die Platte *bb* die Fläche *aa* ersetzt, eben so als wenn letztere die Temperatur *b* erhielt. Stellt man überdieſs einen Hohlspiegel *rr* auf, der fähig ist die von *bb* empfangenen Strahlen auf μ zu senden, so fällt das Thermometer von Neuem. Der Spiegel *rr* fängt nämlich die von *RR* ausgestrahlte Wärme auf und ersetzt sie durch eine Menge, die gleich ist der Capacität des Kegels $r\mu r$, multiplicirt mit der Temperatur *b* der Fläche *b'b'*, deren Strahlen von *rr* reflectirt werden. Die Wirkung des Spiegels verpflanzt die Temperatur *b* der Platte *bb* nach seiner eignen Oberfläche, oder was dasselbe ist, nach der Fläche *RR*, deren Strahlen von *rr* aufgefangen werden.

Fläche für sich betrachtet. Man erklärt hierdurch mehrere merkwürdige Erscheinungen, z. B. die scheinbare Reflexion der Kälte.

4) Denkt man sich innerhalb des vom Gefäße umschlossenen Raumes auf beliebige Art eine Fläche beschrieben, bezeichnet mit ω das Element dieser immateriellen Fläche und betrachtet die Wärmemenge, welche letzteres nach allen Richtungen durchdringen, so sieht man, dass das Strahlungsgesetz in Bezug auf dieses Element beobachtet ist, so dass die Cylinder,

6) Wenn man statt der Platte bb einen zweiten Hohlspiegel $\varrho\varrho$ in das Gefäfs bringt, (Fig. 6.) zugleich mit einem Körper m, dessen Temperatur b niedriger ist, als a, die gemeinschaftliche Temperatur des Gefäßes und des Thermometers μ; so fällt das letztere und man findet die Größe des Fallens, wenn man die Capacität des Kegels $r\mu r$ mit der Temperatur des Körpers multiplicirt, von dem rr die Wärme auf μ reflectirt. Hier ist diese Temperatur offenbar die des Körpers m, welche zunächst von $\varrho\varrho$ aufgefangen und darauf nach rr reflectirt wird; und da der Spiegel rr die Stelle der Fläche RR vertritt, so sieht man, dass die unmittelbare Wirkung des letzteren zur Wirkung des Spiegels rr sich verhält, wie die Wirkungen der Temperaturen a und b. Man erhält einen genauen Werth der Temperaturerniedrigung von μ, wenn man nach diesem Principe die Wirkung aller Theile des umgebenden Gefäßes berechnet. Die Rechnung bleibt sich gleich, wenn auch m ursprünglich wärmer war als μ.

Das Vorgehende setzte μ als unendlich klein voraus, hat dieses aber eine wirkliche Größe, so muss man die verschiednen Punkte der Oberfläche desselben besonders berechnen.

Der Verfasser gedenkt zuletzt noch der Verdienste, die sich in diesem Theile der Wärmelehre, Pictet, Prevot, Leslie, und Rumford, durch ihre experimentellen Versuche erworben haben.

welchen letzteres zur Basis dient, Wärmemengen enthalten, die proportional sind dem Sinus der Winkel in welchen die Axen der Cylinder gegen diese Basis neigen. Der Vorgang ist der nämliche, als wenn das Element ω zur Fläche eines der Körper gehörte, die die Endtemperatur besitzen. Wenn man also einen der Körper M, N, P, aus dem innern Raume fort nimmt, so wird die Strahlung, welche an jedem Oberflächenelemente dieses Körpers Statt fand, noch fortfahren zu bestehen, an der Fläche welche das von ihm eingenommene Volumen begränzt.

Die so eben beschriebene gleichmäfsige Vertheilung ist es, im eigentlichen Sinne, welche das Gleichgewicht der strahlenden Wärme ausmacht und die Temperatur des inneren Raumes bestimmt. Theilte man diesen Raum in gleiche Theile und könnte man die Wärme eines jeden derselben, für einen bestimmten Zeitpunkt sammeln, so würde man gleiche Mengen finden und ihr gemeinschaftlicher Werth, der nämliche für jeden andern Augenblick seyn.

Obgleich die Wärme sich nicht mit den luftförmigen Stoffen vergleichen läfst, so mufs hier doch bemerkt werden, dafs sie eine diesen Stoffen analoge statische Eigenschaft besitzt. Die Dichtigkeit und folglich die Repulsivkraft, welche aus der Wirkung der Wärme entspringt, ist nämlich in allen Theilen des Raumes, wo Gleichgewicht vorhanden ist, dieselbe. Wenn diese gleichmäfsige Vertheilung eingetreten ist, so giebt es keine Ursache, durch welche die Temperaturen verändert werden könnten.

VIII.

Nachdem die erwähnten Lehrsätze bewiesen waren, wünschten wir auch die physische Ursache kennen zu lernen, aus welcher sie entspringen. Hier die Erfolge dieser Untersuchung; das Zurückwerfungsvermögen ist bei derselben zuvor als Null angenommen, später werden wir auch diese Eigenschaft betrachten:

Wenn die Wärme, von welcher ein Körper durchdrungen ist, zur Oberfläche entweicht und sich in den umgebenden Raum begiebt, so ist es gewiss, dass die ausgesandten Strahlen nicht bloss von der Oberfläche kommen. Die nahe unter der Oberfläche liegenden Punkte tragen offenbar zu dieser Ausstrahlung bei. Wir bemerken hier, dass wir in der Theorie, deren Elemente hier auseinander gesetzt werden, die Temperaturen nur innerhalb der Gränzen betrachten, in welchen sie die Naturerscheinungen auf der Erdoberfläche bedingen. Für undurchsichtige Körper und für dieses Temperaturenintervall sind es nur die in einer ungemein geringen Tiefe liegenden Punkte, deren ausgestrahlte Wärme direct zur Oberfläche gelangen kann. Es ist klar, dass in geneigten Richtungen das Gesammtprodukt der Ausstrahlung geringer seyn muss, weil die ausgesandten Strahlen einen grösseren Weg durch die feste Masse zurückzulegen haben und folglich von ihnen eine grössere Menge aufgefangen wird. Um diesen letzten Vorgang mit Schärfe zu bestimmen, denke man sich einen schiefen Cylinder (Fig. 7), der das unendlich kleine Oberflächenelement ω des erhitzten Körpers zur Basis hat, und in das Innere der festen Masse verlängert ist. Wenn man in einem der Basis ω sehr nahe liegenden

Punkt ε ein Diaphragma σ senkrecht gegen die Axe des Cylinders annimmt, so wird σ in Richtung der Axe von der Wärme durchdrungen, welche im Cylinder die Molekel mm', unterhalb ε und diesem Punkte am nächsten liegend, in dieser Richtung aussenden. Ein Theil der von diesen Molekeln parallel mit der Axe ausgestrahlten Wärme gelangt nur bis zur Oberfläche ω; sie wird von den dazwischenliegenden Molekeln aufgefangen und vernichtet. Wenn man zwischen ω und σ in einem gewissen Abstande δ vom ersten Diaphragma, σ, ein zweites σ' senkrecht auf der Axe errichtet, so ist gewiss, dass die Wärme, welche σ' in Richtung der Axe durchdringt, weniger beträgt als die, welche σ durchdringt; d. h. dass die Wärme A, welche in dieser Richtung durch σ hindurchgeht, auf einen geringeren Werth pA zurückgeführt wird, wenn sie in der festen Masse den Zwischenraum δ durchlaufen hat. Sie wird auf $(1-p)A$ verringert, und der Werth dieses Bruches p hängt nach einem gewissen Gesetze von δ ab. Man bestimmt also diess Verhältniss p durch eine unbestimmte Function des durchlaufenen Raumes δ. Erwägt man, dass alle Molekel der festen Masse, die der Voraussetzung gemäss gleiche Temperatur besitzen, die nämliche Wärmemenge fortschicken, und zwar nach allen Richtungen: so kann man den Ausdruck der totalen Wärmemenge bilden, welche durch das Oberflächenelement ω, nach einer bestimmten Richtung, zum Körper hinaustritt. Dieser Ausdruck wird die unbestimmte Function $f(\delta)$ enthalten, welche abgezogen von der Einheit die Wärmemenge bestimmt, die in irgend einem Intervall δ vernichtet ward. Es ist sehr

leicht diese Rechnung aufzustellen und die Wärmemengen zu vergleichen, welche durch dasselbe Flächenelement ω nach zwei verschiedenen Richtungen entweichen. Man erkennt alsdann, was leicht vorhergesehen werden kann, daſs das Verhältniſs dieser Gröſsen unabhängig ist von der Function $f(\delta)$, die das Gesetz der Auslöschung bestimmt. Wie auch dieses Gesetz beschaffen seyn mag, das Verhältniſs, um welches es sich handelt, ist das der Sinus der Winkel, welche die Cylinderaxen mit dem Elemente bilden. Endlich bietet sich diese Folgerung auch von selbst dar, und läſst sich ohne alle Rechnung beweisen, wie man aus dem Nachstehenden ersieht.

IX.

Man bezeichne durch ω einen unendlich kleinen Kreis auf der Oberfläche des Körpers, führe durch seinen Mittelpunkt und senkrecht auf ihn eine Normale, und bilde im Innern der Masse einen geraden Cylinder, von dem diese Normale die Axe und ω die Grundfläche ist. (Fig. 8.) Aus dem Mittelpunkt von ω beschreibe man mit dem Radius ε eine halbe Kugelfläche und verlängere den Cylinder bis zur letzteren, von welcher er einen unendlich kleinen Theil s abschneidet. Eben so errichte man über ω einen schiefen Cylinder, dessen Axe, ins Innere der Masse geführt, mit der Basis ω einen Winkel φ bildet. Dieser Cylinder bis zum Zusammentreffen mit der Kugelfläche verlängert, beschreibt auf dieser einen Schnitt σ. Endlich beschreibe man aus ω mit dem Radius $(\varepsilon-\delta)$ eine zweite Halbkugelfläche, welche gleichfalls die beiden Cylinder schneidet, und mit dem ersten den

Schnitt s', so wie mit dem zweiten den Schnitt σ' bildet. Von dem geraden Cylinder liegt ein Element zwischen den Sectionen s und s', deren Abstand δ in Bezug auf ε eine unendlich kleine Gröſse ist; von dem schiefen Cylinder hingegen eins zwischen den Sectionen σ und σ', deren Abstand ebenfalls δ ist.

Jeder innere Punkt m der festen, gleichförmig erwärmten, Masse schickt nach allen Richtungen eine gewisse Wärmemenge A, von welcher ein Theil pA unmittelbar bis zu einem gewissen Abstande ε vom Punkte m gelangt. Der andere Theil $(1-p)A$ wird aufgefangen. Der Bruch p ist um so kleiner, als der in der festen Masse durchlaufene Weg ε länger ist, und dieser Bruch ist Null, wenn der durchlaufene Abstand gleich ist einer unendlich kleinen Gröſse Δ oder diese übertrifft.

Dieſs vorausgesetzt, so ist es leicht die Wärmemengen mit einander zu vergleichen, welche die beiden Körperelemente der Cylinder bis zur Oberfläche über ω hinaus versenden.

Bezeichnet man mit a die in normaler Richtung durch ein Cylinderelement, von der Basis s und der Höhe δ, ausgesandte Wärme; bezeichnet mit b diejenige, welche in Richtung der schiefen Axe durch das zweite Element, dessen Basis σ ist, ausgesandt wurde, so sieht man, daſs die Gröſsen a und b proportional sind dem Volumen der Elemente, und folglich proportional den Grundflächen s und σ, weil diese Elemente gemeinschaftlich die Höhe δ besitzen. Nun folgt aber aus der Construction, daſs: $s = \sigma \sin \varphi$. Denn ist Fig. 9 die Länge eines geraden Cylinders $= 1$ und seine Basis s, theilt man diesen Körper durch

eine Ebene σ, welche mit der Axe den Winkel φ bildet, in 2 Theile, und versetzt man diese Theile so, dass die beiden entgegengesetzten Basen s und s zusammenfallen, und die beiden Basen σ und σ parallel sind, so würde man einen schiefen Cylinder bilden, dessen Höhe sin φ ist. Da das Volumen des geraden Cylinders nicht verändert ward, so hat man offenbar die Gleichung: $s = \sigma \sin \varphi$.

Der mit a bezeichnete Theil der Wärme, welcher, nachdem er den Abstand ε durchlaufen hat, ω durchdringt, ist $= pa$, und der Theil der Wärme b, welcher, nachdem er dieselbe Entfernung ε durchlaufen hat, ω unter dem Winkel φ durchdringt, ist $= pb$ oder $pa \sin \varphi$. Mithin verhalten sich die Wärmemengen, welche zu beiden Körperelementen hinaustreten und jenseits ω, bis zur Oberfläche gelangen, wie 1 zu sin φ.

Derselbe Schluss ergiebt sich, wenn man in Fig. 8 eine 3te Halbkugelfläche mit dem Radius $\varepsilon - 2\delta$ zieht und die Wärmemengen vergleicht, welche von zwei andern correspondirenden Elementen des geraden und des schiefen Cylinders ausgesandt werden. Man kann auf diese Art die Volumina beider Cylinder in eine Menge Theile theilen, wovon jeder in Bezug auf das ganze Volumen unendlich klein ist; die vorhergehende Folgerung findet auf alle zwischenliegende Elemente eine Anwendung, die man vergleicht. Mithin verhalten sich die totalen Wärmemengen, welche zu jedem Cylinder hinaustreten und das nämliche Element durchdringen, wie 1 zu sin φ.

X.

Wenn die Wärme ungehindert durch die Oberfläche des Körpers entwiche, d. h. wenn der Ausſendung keine Kraft entgegenſtände, ſo würde die Strahlung nach dem ſo eben erwähnten Geſetze vor ſich gehen. Es würden durch jedes Oberflächenelement ω nach verſchiedenen Richtungen, Wärmemengen hinaustreten, die genau den Sinus der Winkel dieſer Richtungen mit ω proportinonal wären. Dieſes folgt, wie man ſehen wird, aus nachſtehenden beiden Urſachen: 1) jedes Molekel der erhitzten Maſſe ſchickt nach allen Richtungen eine gleiche Wärmemenge, und dieſe Wärmemenge iſt die nämliche für alle Molekel, weil letztere, der Vorausſetzung nach, ſämmtlich gleiche Temperatur beſitzen. 2) die der Oberfläche ſehr nahe liegenden Molekel ſind die einzigen, welche direct einen Theil ihrer Wärme zu dieſer Fläche hinausſenden können. Das angezeigte Geſetz iſt eine nothwendige Folge dieſer gleichen Irradiation und der totalen Erlöſchung derjenigen Strahlen, welche in der Maſſe einen unendlich kleinen Weg Δ zurückgelegt haben. Wenn dieſes Intervall Δ, welches die vollſtändige Auslöſchung bedingt, eine endliche Gröſse hätte, ſo würde zwar das Reſultat nicht weniger leicht zu erkennen ſeyn, aber wir beſchäftigen uns hier nicht mit dieſer Aufgabe.

Wir haben in den Artikeln VI und VII bewieſen, daſs das nämliche Geſetz der Strahlung in einem geſchloſſenen Raum das Gleichgewicht der Temperaturen bedingt. Wenn alſo das Reflexionsvermögen als Null angenommen wird, ſo würde dieſes Gleichge-

wicht, zufolge der eben genannten beiden physikalischen Ursachen, nothwendig Statt finden.

Man muſs auch bemerken, daſs die Bewegung der Wärme im Innern der festen Substanzen, nach denselben Principien bestimmt wird. Es reicht hin anzunehmen, daſs jedes Molekel der Mittelpunkt einer Unendlichkeit von Strahlen ist, von denen jeder nach allen Richtungen gleiche Wärmemengen enthält und welche gänzlich verschluckt werden, wenn sie in der undurchsichtigen Masse ein gewisses unwahrnehmbares Intervall Δ zurückgelegt haben. Die Intensität, welche für alle zu demselben Punkt hinaustretenden Strahlen die nämliche ist, wechselt von einem Punkt zum andern und hängt von der Temperatur eines jeden Punktes ab. Diesem nach kann man die Wärmemenge bestimmen, welche ein Körpertheilchen von gegebener Figur empfängt oder verliert und die Differenzialgleichungen bilden, welche die Fortpflanzung der Wärme in den festen Körpern ausdrücken. Mithin entspringt das Gesetz der freien Strahlung an den Oberfläche der Körper, so wie das der Vertheilung der Wärme im Innern dieser Körper, aus einer überaus einfachen Thatsache, nämlich aus der gleichförmigen Irradiation jedes erhitzten Molekels.

XI.

Wir haben in dem Vorhergehenden eine physikalische Eigenschaft, die sich an der Oberfläche der Körper zeigt, nicht beachtet; diejenige nämlich nichts, daſs ein Theil der von umgebenden Körpern ausgesandten Wärme reflectirt wird. Nicht alle Körper besitzen den nämlichen Grad von dieser Fähigkeit: die

einfallenden Strahlen zurückzusenden, und diejenigen unter ihnen, bei welchen diess Zurückwerfungsvermögen am vollkommensten ist, bewahren am Längsten ihre eigene Wärme. Alle Beobachtungen kommen darin überein zu zeigen, dass eine nothwendige Beziehung zwischen der Eigenschaft die Wärme auszusenden, und der, sie zurückzuwerfen, vorhanden ist. Die eine wie die andere hängt von dem Zustand der Oberfläche ab, und so wie man bei Veränderung dieses Zustandes das Reflexionsvermögen verringert oder vermehrt, so vermehrt oder vermindert man auch das Vermögen die innere Wärme fortzusenden. Wir bringen hier nicht die allgemein bekannten Thatsachen bei, da sie in jedem Lehrbuche der Physik auseinandergesetzt sind. Unser Hauptgegenstand ist, die Ursache kennen zu lernen, welche das Gesetz der Strahlung in einem geschlossenen Gefässe unterhält, ungeachtet des mehr oder weniger vollkommnen Reflexionsvermögens der innern Flächen dieses Gefässes oder der in demselben enthaltenen Körper.

Wenn ein geschlossenes, auf unveränderlicher Temperatur erhaltenes Gefäss, verschiedene Körper einschliesst, welche die nämliche Temperatur empfangen haben oder sie erst in dem Gefässe erhielten, so findet Gleichgewicht Statt, wie auch die verschiedenen Theile der innern Oberfläche des Gefässes oder die der Oberfläche der Körper beschaffen seyn mögen. Wir nehmen diese Thatsache an, als durch Beobachtung gegeben; die Aufgabe ist: die physikalischen Eigenschaften deutlich zu bezeichnen, welche sie voraussetzt. Nun haben wir aber so eben bewiesen, dass wenn die

Aussendung der Wärme ungehindert vor sich geht, so dass alle Strahlen, welche aus dem Innern der Masse bis zur Oberfläche gelangen, unmittelbar in den äussern Raum treten, das angezeigte Gesetz sich von selbst aufstellt. Es ist nun zu erklären, warum dieses Gesetz noch fortbesteht, wenn die Fläche die Eigenschaft erlangt, die einfallende Wärme zum Theil zurückzuwerfen und mithin auch die innere Wärme zum Theil zu behalten. Man kann nicht zweifeln, dass nach einer Veränderung im Zustande der Oberfläche, die von einem Elemente ω nach verschiedenen Richtungen ausgesandten Strahlen, nicht noch Wärmemengen enthielten, die proportional seyen den Sinus der Neigung; denn das Gleichgewicht unter den Temperaturen, eine Folge dieses Gesetzes, fährt fort seine Anwendung zu finden. Man muss indess bemerken, dass wenn die Emission aufhört total zu seyn, die Reflexion zugleich aufhört Null zu seyn. Alsdann muss man der eigenen, von den Molekeln ausgesandten Wärme den Theil der einfallenden Wärme hinzufügen, welchen die Flächen reflectiren, und man sieht zuvor, dass es diese Ausgleichung ist, welche das für das Gleichgewicht der Temperaturen nöthige Gesetz der Strahlung aufrecht erhält. Es handelt sich nun darum die mathematische Genauigkeit der Compensation zu beweisen, und zwar dadurch, dass man mit Schärfe die physischen Bedingungen bestimmt, von welchen sie abhängt. Wir haben diesen Beweis im 99. Artikel unserer Abhandlung von 1811 gegeben*).

*) Nouv. Mém. Acad. roy. des Sciences, tom. V.

Er ist leicht und ohne alle Schwierigkeit; man kann ihn nachstehendermaßsen darstellen.

XII.

Wenn man zuvor den Fall der freien Emission betrachtet, d. h. den, in welchem die innere Wärme ohne Hindernifs hinaustritt und die einfallende Wärme gänzlich absorbirt wird, so stellt sich, wie aus Artikel VIII. zu ersehen, das das Gleichgewicht der Temperaturen bedingende Strahlungsgesetz von selbst ein; es besteht in allen Theilen des Raumes, welchen das Gefäfs begränzt. Wenn man hierauf annimmt, dafs die Oberflächen des Gefäfses oder der darin befindlichen Körper irgend eine Veränderung erleiden, welche ihnen, bis zu einem gewissen Grade, das Vermögen geben, einen Theil der einfallenden Wärme zu reflectiren, so läfst sich beweisen, dafs die Vertheilung der strahlenden Wärme dieselbe bleibt wie zuvor. Das Strahlungsgesetz findet ungestört seine Anwendung, wenn auch diese Zustandsveränderung irgend eines Theiles der Oberfläche, von einer oder mehreren anderen begleitet wird; die von ω nach einer gewissen Richtung ausgesandte Wärme ist beständig eben so grofs, wie wenn das Reflexionsvermögen gänzlich fehlte.

Man bezeichne nämlich durch r die Wärmemenge, welche von der unendlich kleinen Scheibe ω in einer bestimmten Richtung ausgesandt würde, wenn, wie zuvor angenommen, die Aussendung vollständig wäre, und es sey φ der Winkel, den diese Richtung mit der Fläche ω macht (Fig. 10). Durch den Punkt m, als Mittelpunkt von ω, errichte man mn normal

auf der Fläche; ziehe eine Gerade *mo* in der Richtung des betrachteten Strahles und lege eine Ebene durch die beiden Geraden *mn* und *mo*; auch ziehe man in dieser Ebene, auf der andern Seite der Normale eine Gerade *m* 1, welche mit *ω* ebenfalls den Winkel *φ* bildet.

Wenn die Emission vollständig wäre, so würde das Element *ω* nach Richtung *mo* einen Strahl *r* aussenden, gleich wie unter der nämlichen Neigung *φ*, einen zweiten, in der andern Richtung *m* 1. Zu gleicher Zeit empfängt diess Element *ω* einen Strahl *r* in der Richtung *mo* und einen andern in der Richtung 1 *m* (Art. VI). Jeder dieser Strahlen wird frei in die Fläche eindringen und total absorbirt werden, weil das Reflexionsvermögen Null war. Man nehme an, dass zu Anfange einer gegebenen Zeit *A* in dem Zustande der Fläche *ω* irgend eine Veränderung vorginge, so dass der nach Richtung *mo* ausgesandte Strahl vermindert und gleich *ar* werde, dem Produkt aus *r* in einen Bruch *α*. Dieselbe Ursache wird auf den Strahl *r* wirken, den die Fläche gleichzeitig in der Richtung 1 *m* empfängt und gänzlich verschlucken würde. Von diesem einfallenden Strahl wird nur ein Theil durch *ω* verschluckt und das andere reflectirt. Nimmt man an, dass der absorbirte Theil gleich *ar* sey, wo *α* den früher erwähnten kleinen Bruch bezeichnet, so wird der von *ω* reflectirte Theil des Strahles gleich seyn $(1 - \alpha . r)$. Dieser Theil wird dem Strahl *ar*, welchen *ω* in derselben Richtung *mo* aussendet, hinzugefügt, und folglich ist die totale Wärmemenge, welche das Element *ω* nach Richtung *mo* aussendet, $= ar + (1 - ar)$, wo *r* derjenigen gleich ist, wel-

che im Fall einer vollständigen Emission ausgesandt würde.

Es giebt auf der Fläche des Gefäses oder der von diesem eingeschlossenen Körper kein einziges unendlich kleines Element ω, auf welches nicht der nämliche Schluss anwendbar sey. Wenn also ein oder mehrere Theile dieser Flächen zu Anfange derselben Zeit A die nämlichen Veränderungen erleiden, so ist klar, dass die nach allen Richtungen ausgesandten Wärmemengen dieselben wie zuvor bleiben.

Folgt der ersten Veränderung eine zweite, so kann man auf dieselbe Art beweisen, dass die in irgend einer Richtung fortgeschickten oder empfangenen Strahlen unverändert bleiben, so dass es unmöglich ist durch eine Zustandsveränderung der Flächen eine Störung in dem Gesetze der Strahlung zu bewirken. Diese Folgerung ist auf den von uns angenommenen Grundsatz gestützt: dass, wenn der ausgesandte Strahl r (welcher die Fläche, im Fall das Reflexionsvermögen Null ist, durchdringt) durch irgend eine Veränderung in der Oberfläche auf ar reducirt wird, der Theil des äusserlich einfallenden Strahles r, welcher durch diese Veränderung absorbirt wird, ebenfalls ar gleich wird.

Die erwähnte Folgerung würde aber nicht Statt finden, wenn das Vermögen Wärme nach einer gewissen Richtung auszusenden, nicht stets dem Vermögen gleich wäre, die in derselben Richtung einfallende Wärme zu absorbiren. Die Vertheilung der strahlenden Wärme in einem geschlossenen Raume wechselt mit dem Zustand der Flächen; nun ist diese Vertheilung stets dieselbe, weil das Gleichgewicht der Temperaturen bei jeglicher Natur der Flächen fortbe-

steht. Mithin beweist die allgemeine Thatsache des Gleichgewichtes der Temperaturen in einem geschlossenen Gefäſse, daſs bei gleicher Neigung die beiden Vorgänge der Emission und Absorbtion genau einander gleich sind.

Es folgt nothwendig aus dieser Gleichheit, daſs die totale Wärmemenge, welche von irgend einem Elemente ω, einer der Flächen, in jeder Richtung ausgesandt oder reflectirt wird, z. B. in der Linie *mo*, nach erfolgter Veränderung der Fläche die nämliche bleibt wie zuvor. Sie ist stets der Menge gleich, welche ω in dieser Richtung aussenden würde, wenn das Aussendungsvermögen von ω total wäre. Man kann die Wahrheit dieser letzten Behauptung erkennen, wenn man die Wirkung der aufeinander folgenden und unzählige Male wiederholten Reflexionen berechnet, welche der Strahl im Innern des Gefäſses erleidet. Der vorhergehende Beweis, welchen man in meinen Abhandlungen antrifft, macht diese Rechnung gänzlich überflüſsig.

Man sieht gegenwärtig, was die physikalische Ursache ist, welche das Gleichgewicht der strahlenden Wärme ungeachtet der Zustandsveränderungen der Flächen erhält. Sie besteht in der nothwendigen Beziehung zwischen dem Vermögen die innere Wärme fortzusenden und die einfallende zurückzuwerfen. Die mathematische Untersuchung der Gleichgewichtsbedingungen bei der strahlenden Wärme lehrt nicht allein die Gesetze dieses Gleichgewichts kennen, sondern sie zeigt uns auch als deren Ursachen: die gleichförmige Strahlung der erhitzten Molekel; die Auslöschung, welche die Wärme beim Hindurchge-

hen durch undurchsichtige Körper erleidet, und das Vorhandenseyn einer Kraft, welche sich gleichmäsig dem Hinaustritt der inneren Strahlen und dem Eintritt der äusseren Strahlen widersetzt.

XIII.

Bei Gelegenheit des im vorhergehenden Artikel bewiesenen Lehrsatzes, bietet sich eine wichtige Bemerkung dar, ohne welche man sich eine sehr ungenaue Vorstellung von unserer Theorie machen würde. Ein Theil der innern Wärme, welche der Körper hinauszuwerfen trachtet, wird, wie wir gesagt haben, durch eine an der Oberfläche befindliche Kraft zurückgehalten, und die nämliche oder eine ihr gleichwerthige Kraft bestimmt die Reflexion eines Theils der von umgebenden Körpern ausgesandten Wärme. Bezeichnet man nun mit r die Wärmemenge, welche das Element ω unter dem Winkel φ fortsendet, wenn die Fläche von allem Wärmereflexionsvermögen entblöfst wäre, so wird die ausgesandte Wärmemenge beim Vorhandenseyn dieser Kraft nur αr seyn, und der Bruch α ist das Maafs des Aussendungsvermögens. Bezeichnet man nun mit r die Wärmemenge, welche ω unter der nämlichen Neigung φ empfängt, so wird der Theil der einfallenden Wärme, welcher wirklich in die Masse eindringt, nur αr seyn. Dieser letzte Bruch α ist gleich dem ersten; aber es folgt nicht, dafs der Werth dieses Bruches der nämliche sey für alle Einfallswinkel. Wenn ein von dem ersten verschiedener Strahl auf das Element ω fällt, mit der Fläche einen andern Winkel φ' bildet und dieser die Wärme r' zuführt, so dringt in die Masse

mit der Theil $\alpha' r'$ ein. Nun nehmen wir keinesweges an, dafs der Bruch α' nothwendig dem vorhergehenden α gleich fey. Genaue, bei fehr verfchiedenen Temperaturen und fchiefen Neigungen gemachte Beobachtungen könnten uns allein belehren, ob der Bruch $1-\alpha$, welcher das Reflexionsvermögen mifst, mit dem Einfallswinkel und der Temperatur veränderlich ift. Wie dem auch feyn mag und auf welche Art man diefe experimentelle Aufgabe auch löfe, fo ift man doch befugt zu fchliefsen, dafs für eine beftimmte Temperatur c und für die nämliche Neigung φ die ausgefandte eigene Wärme, αr ift, wenn der von der einfallenden Wärme r in die Maffe eindringende Theil ebenfalls αr ift. In Wahrheit zeigen einige Verfuche, dafs, wenn die Temperaturveränderungen wenig beträchtlich find, die Kraft des Zurückhaltens, und folglich auch die des Zurückwerfens, nahe die nämliche bleibt, und diefs ereignet fich auch, wenn die Neigungen wenig von einander verfchieden und nicht fehr klein find. Jedoch find diefe Beobachtungen zu ungewifs und zu befchränkt, um einer mathematifchen Folgerung als Grundlage dienen zu können.

XIV.

Wir wollen nun die Wirkung der wiederholten Reflexionen betrachten, die in dem Innern eines von allen Seiten gefchloffenen, und in allen feinen Theilen gleiche Temperatur befitzenden Gefäfses, vor fich gehen. Diefe Aufgabe ward fchon von Hrn. Poisson (Annal. de Chim. et Phyf. XXVI. p. 225) behandelt; es ift jedoch nicht ohne Nutzen denfelben Gegenftand unter verfchiedenen Gefichtspunkten zu unterfuchen.

Der Austausch entgegengesetzter Meinungen hat den Vortheil, die Aufmerksamkeit zu befestigen und neue Untersuchungen anzuregen.

Wir nehmen wie zuvor an, daſs im Innern eines geschlossenen, luftleeren Gefäſses von constanter Temperatur, sich ein oder mehrere Körper befinden, welche jetzt gemeinschaftliche Temperatur besitzen. Wir setzen auch voraus, daſs die verschiedenen Theile der innern Fläche des Gefäſses oder der von diesem eingeschlossenen Körper, ungleiches Vermögen besitzen die Wärme zu reflectiren. Es handelt sich alsdann um die Berechnung der totalen Wärmemengen, welche das Element $\omega_{\prime}$ von einer der Flächen, nach einer gegebenen Richtung aussendet, sey es auf dem Wege der unmittelbaren Ausstrahlung oder auf dem der Zurückwerfung.

Von dem Mittelpunkt $m_{\prime}$ (Fig. 11) einer unendlich kleinen Scheibe $\omega_{\prime}$ ziehe man zum Punkte o die Gerade $m_{\prime}o$, welche mit ω den Winkel $\varphi_{\prime}$ macht. Man lege eine Ebene durch die Gerade $m_{\prime}o$ und die im Punkte $m_{\prime}$ auf $\omega_{\prime}$ senkrecht stehende Linie. In dieser Ebene und auf anderer Seite der Normale ziehe man durch den Punkt $m_{\prime}$ eine zweite Gerade $m_{\prime}1$, welche mit $\omega_{\prime}$ einen Winkel gleich $\varphi_{\prime}$ bildet. Diese Gerade verlängert trifft im Punkte m_2 eine zweite Fläche mit dieser den Winkel φ_2 bildend. Man errichte im Punkte m_2 eine zweite Normale $m_2 n_2$ auf der Fläche des die Körper einschlieſsenden Gefäſses, und lasse durch diese Normale $m_2 n_2$ und durch die zweite Gerade $m_2 1$ eine zweite Ebene gehen. In dieser zweiten Ebene und auf anderer Seite der Normale $m_2 n_2$ ziehe man eine dritte Gerade $m_2 2$, welche im Punkte

m_2 mit der Fläche einen Winkel gleich φ_2 bildet, und diese Gerade verlängert trifft eine der Flächen im Punkte m_3.

So fährt man beständig fort in den Punkten Normale zu errichten, in welchen verlängerte Gerade die Fläche des Gefäfses treffen. Man legt eine Ebene durch eine dieser Geraden und durch die zugehörige Normale, und zieht in dieser Ebene auf anderer Seite der Normale, eine neue Gerade, welche, indem der Reflectionswinkel gleich gemacht wird dem Einfallswinkel, in einem neuen Punkte der Fläche des die Körper umschliessenden Gefäfses begegnet. Diese Construction stellt also den Lauf eines Strahles dar, welcher von o, nach Richtung om ausgehend, an den inneren Flächen folgweise in den Punkten m_1 m_2 m_3 . . . m_{j-1} m_j zurückgeworfen wird; und umgekehrt schickt einer dieser Punkte, wie m_4 nach Richtung $m_4 3$, einen Strahl, welcher folgweise an den Oberflächen in den Punkten m_3, m_2, m_1, reflectirt wird, folglich in o nach Richtung m,o anlangt. Eben so verhält es sich mit allen Punkten m_2 m_3 m_j, welche in die gebildete Reihe eintreten. Endlich ist es klar, dafs die Linien, welche diese Punkte m m_1 m_2 vereinigen, im Allgemeinen nicht in einer Ebene liegen; in Fig. 11. sind sie jedoch auf die Ebene der Figur zurückgeführt.

Wendet man die nämliche Construction auf jeden Punkt wie m, des ersten Elementes ω, an, so bildet man ein System von Strahlen, welche sämmtlich vom Punkte o ausgehen, und die, nachdem sie durch ω_1 ω_2 ω_3 etc. von der Fläche des Gefäfses oder der Körper reflectirt sind, ein zweites Element ω_2 auf dieser Fläche

bedecken. Das System der von ω_2 reflectirten Strahlen wird an den Flächen von einem dritten Elemente ω_3 aufgefangen und so fort ins Unbestimmte. Was das erste Element ω_1 betrifft, so ist es unendlich klein angenommen, d. h. seine Ausdehnung nimmt immer fort ab und wird kleiner als jede gegebene Gröſse.

Man bezeichne mit r die Wärmemenge, welche das Element ω_1 unmittelbar vom Punkte o aussenden würde, wenn an der Fläche dieses Elementes ω_1 das Reflectionsvermögen Null, oder was gleich ist, das Aussendungsvermögen total wäre. Man nehme an, daſs alle Flächen des Gefäſses und der Körper in demselben, ein gleiches vollständiges Emiſsionsvermögen besäſsen und daſs das Gleichgewicht der Temperaturen gebildet sey, dann ist die Wärme, welche der Punkt m_1 unter der Neigung φ_1 zum Punkte o aussendet, gleich der, welche der Punkt m_1 unter der nämlichen Neigung φ_1 zum Punkte m_2 sendet und folglich ist sie auch gleich der Wärme, welche m_2 zu m_1 in der entgegengesetzten $m_2\,m_1$ aussendet (Art. 6 und 7.). Jeder Strahl folglich, der von ω_1 ausgeht, und sich gegen den Punkt o richtet, entspricht einem gleichwerthigen Strahl den ω_2 zu ω_1 sendet und zwar unter einer solchen Richtung, daſs wenn derselbe von ω_1 reflectirt wird, er zum Punkte o gelangt. Die Summe dieser letzten Strahlen ist also gleich r.

Wenn das Emiſsionsvermögen von ω_1 nicht vollständig ist, so wirft dieses Element nicht mehr den totalen Strahl r gegen den Punkt o sondern nur $\alpha_1 r$. Der Bruch α_1 drückt das Emiſsionsvermögen von ω_1 für die Neigung φ_1 aus, und wenn die Emiſsion an der Fläche ω_2 nicht vollständig ist, so ist auch die

Summe der Strahlen, welche ω_2 nach ω_1 sendet und die, wenn sie im Punkte o angelangt wäre, von ω_1 zurückgesendet würde, nicht mehr gleich r, sondern nur gleich $\alpha_2 r$; den Bruch α_2 als Maafs des Emissionsvermögens von ω_2 unter dem Winkel φ_2 betrachtet.

Auf gleiche Art beweist man, dafs wenn

bezeichnen . . . . $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \ldots \alpha_j$

die Emissionsvermögen an der Fläche

der Elemente . . . . $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \ldots \omega_j$

für die Neigungen . . . . $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3 \ldots \varphi_j$

als dann die Gröfse $\alpha_j\, r$ die totale Wärmemenge bezeichnet, welche zum Elemente ω_j hinaustritt und auf das vorhergehende Element in solchen Richtungen fällt, dafs sie durch die Wirkung der folgweisen Reflexionen, zum Punkte a gelangt.

XV.

Man berechne hierauf die totale Wärmemenge, welche das Element ω_1, entweder direct oder reflectirt, zum Punkte o fortsendet, und untersuche ob diese Wärme gleichwerthig ist mit r; denn da die Rechnung dieses Resultat liefert, so wird das Gesetz der Strahlung beobachtet seyn. Ein erster Theil dieser von ω_1 zum Punkte o gesandten totalen Wärmemenge ist derjenige, welcher durch dieses Element aus dem Innern der Masse selbst hinaus tritt. Er ist gleich $\alpha_1 r$ und indem man ihn mit r vergleicht, so sieht man, dafs er von diesem um die Gröfse $(1 - \alpha)\, r$ verschieden ist. Nun wirft das Element ω_2 auf ω_1, einen eigenen Wärmestrahl, ausgedrückt durch $\alpha_2 r$, welcher sich, nachdem er von ω_1 reflectirt ist, auf $\alpha_2\,(1 - \varphi_1)\, r$ reducirt.

Mithin führen die von ω_1 und ω_2 ausgehenden und auf den Punkt o fallenden Strahlen eine Wärmemenge mit sich, die durch $\alpha_1 r + \alpha_2 (1 - \alpha_1) r$ ausgedrückt ist. Diese Summe ist keinesweges gleich r; aber die Differenz, die $(1 - \alpha) r$ betrug, wenn man nur den von ω_1 ausgehenden Strahl in Rechnung zog, ist um die von ω_2 ausgesandte Gröſse $\alpha_2 (1 - \alpha_1) r$ vermindert. Sie wird $(1 - \alpha_1) r - \alpha_2 (1 - \alpha_1) r$ oder $(1 - \alpha_1) (1 - \alpha_2) r$, weil der Factor $(1 - \alpha_1) r$, den beiden mit einander verglichenen Gliedern gemein ist. Ueberdieſs schickt das Element ω_3 nach ω_2 einen Strahl $\alpha_3 r$, welcher, nachdem er von ω_2 und darauf von ω_1 reflectirt ist, sich auf $\alpha_3 (1 - \alpha_1) (1 - \alpha_2) r$ reducirt. Nimmt man mithin Rücksicht auf diesen dritten von ω_3 ausgehenden Strahl, und vergleicht stets die Summe der von dem Punkt o empfangenen Wärmen, mit der Gröſse r, so sieht man, daſs die Differenz, welche $(1 - \alpha_1) (1 - \alpha_2) r$ betrug, noch geringer wird. Sie ist $(1 - \alpha_1) (1 - \alpha_2) (1 - \alpha_3)$. Im Allgemeinen ist die Summe der Wärmemengen, welche zu einer beliebigen Anzahl von Elementen ω_1 ω_2 ω_j hinaustreten und mittelst der wiederholten Reflexionen von ω_1 nach o gelangen, von dem totalen Werth r um eine Gröſse verschieden, die gleich $(1 - \alpha_1) (1 - \alpha_2) \ldots (1 - \alpha_j) r$ ist; d. h. um das Product dieses totalen Werthes r mit allen den Brüchen, welche nach den folgweisen Neigungen φ_1, φ_2, φ_j das Zurückwerfungsvermögen derjenigen Flächen messen, zu denen die Wärme hinausgegangen ist. Dieser einzige Satz reicht hin alle Wirkungen der folgweisen Reflexionen zu erklären.

Man sieht, daſs die Berechnung dieser Wirkun-

gen ganz allein aus der Anwendung der gewöhnlichen Regeln der Catoptrik besteht, in Verein mit dem in unserem vorhergehenden Abhandlungen bewiesenen Satze, der genauen Gleichheit des Emissions- und Absorptions - Vermögen, nach einer bestimmten Richtung.

Wenn eine der Zahlen α_1 α_2 ... α_j der Einheit gleich ist, d. h. wenn eine der Flächen das Reflexionsvermögen Null besitzt, so erhellt, dass der vom Punkte o empfangene Strahl vollständig ist, da die Differenz dieses Strahles mit dem totalen Werthe r Null ist. In diesem Falle ist die Zahl der Reflexionen begränzt.

Wenn aber keine der Flächen ein der Null gleiches Reflexionsvermögen besitzt, so ist das Product $(1-\alpha_1)$ $(1-\alpha_2)$ $(1-\alpha_3)$ .. aus einer Unzahl von Factoren gebildet, welche das Reflexionsvermögen der Flächen ω_1 ω_2 ω_3 ... unter den Neigungen φ_1 φ_2 φ_3 .. messen. Man wird versichert seyn, dass diess Product Null ist, wenn es eine unendliche Zahl dieser Factoren $(1-\alpha_1)$; $(1-\alpha_2)$ ... etc. giebt, von denen jeder kleiner ist, als eine bestimmte, weniger als Eins betragende, Grösse; denn diess Product wird kleiner seyn als eine ganze Potenz Δ^i des Bruches Δ, wie gross auch der Exponent i ist. Man kann demnach beweisen, dass diess Product geringer ist, als jede gegebene Grösse; was nur in Bezug auf eine der Null gleichen Grösse bewiesen werden kann. Man nehme nun als eine sichtbare Folge der Natur aller Körper an, dass das Reflexionsvermögen unter keiner Neigung total werden kann, so dass der grösste der Factoren $(1-\alpha_1)$;

$(1-\alpha_2)$; $(1-\alpha_3)$; . . in diesen Fällen eine bestimmte Zahl δ sey, kleiner als Eins. Man schliesst daraus mit Gewissheit, dass das Product dieser Factoren Null ist. Mithin ist die Summe der directen oder reflectirten Strahlen, welche ω, zum Punkte o sendet, gleich dem totalen vorher mit r bezeichneten Werth.

Dieser Schluss ist strenge, wenn man annimmt, dass das Reflexionsvermögen niemals Null seyn kann. Denkt man sich aber einen solchen Zustand der Flächen, dass für gewisse Incidenzen, die Reflexion vollständig wäre, so würde das Product der Factoren $(1-\alpha_1)$ $(1-\alpha_2)$ $(1-\alpha_3)$ . . . keineswegs Null seyn. Alsdann wird die Summe der von ω_1 ω_2 ω_3 ausgesandten und auf o fallenden Wärmemengen nicht r gleich seyn. Es folgt daraus jedoch nicht, wie man sehen wird, dass das Gesetz der totalen Strahlung nicht aufrecht erhalten sey. Es ergiebt sich daraus nur eine besondere und rein mathematische Ausnahme, analog derjenigen, welche das nicht stabile Gleichgewicht in den mechanischen Theorien macht. Ehe wir diese Aufgabe untersuchen, wollen wir eine Bemerkung hinzufügen, die sehr geeignet ist, die Wirkung der folgweisen Reflexionen deutlich zu machen.

XVI.

Man nehme an, dass der Punkt o, eine mit r zu bezeichnende Wärmemenge nach ω, sende, und dass dieser totale Strahl folgweise von den Elementen ω_1, ω_2, ω_3 . . ω_j reflectirt werde. Nach diesen Reflexionen, deren Anzahl bestimmt und gleich j ist, reducirt sich der Werth des Strahles auf:

$$(1-\alpha_1)\ (1-\alpha_2)\ (1-\alpha_3)\ .\ .\ .\ (1-\alpha_j)$$

Vergleicht man diesen Ausdruck mit dem im vorhergehenden Artikel, so sieht man, daſs die Summe der Strahlen, welche zu ω_1, ω_2, ω_3 .. ω_j hinaustreten, und mittelst der folgweisen Reflexionen auf den Punkt o fallen, von dem totalen Werthe r um eine Gröſse abweicht, die genau gleich der eines gleichwerthigen Strahles r ist, welcher von o ausgehend, an den nämlichen Flächen ω_1 ω_2 ... ω_j successive Reflexionen erlitten hat. Dieser Satz ist wahr, für jede Anzahl von Reflexionen; er zeigt uns, daſs die vom Punkte o empfangene Wärmemenge, sich in dem Maaſse unaufhörlich dem totalen Strahl r nähert, als sie sich aus einer gröſseren Zahl von Theilen, die zu ω_1 ω_2 ... ω_j hinaustreten, bildet. Betrachtet man hier nur die physikalischen und meſsbaren Resultate, so kann man nicht zweifeln, daſs dieser von o ausgehende Wärmestrahl durch die fortwährenden Reflexionen an den Flächen ω_1, ω_2, ... ω_j zuletzt gänzlich unmerkbar werde. Dieser stufenweise erlöschende Strahl ist nun jedesmal genau das Complement der Wärmemenge, welche auf entgegengesetztem Wege, sich in ω, vereinigt und zum Punkte o gelangt. Die Summe der Strahlen, welche ω, nach diesem Punkte o sendet, ist also dem vollständigen, mit r bezeichneten, Werthe gleich.

Diesen Lehrsatz aufstellen, heiſst mit andern Worten, daſs ein Wärmestrahl, der unendlich wiederholte Reflexionen erleidet, stufenweise und gänzlich erlöscht. Man kann auch unmittelbar und ohne alle Rechnung die Identität dieser beiden Sätze erkennen, und dieſs würde die einfachste Art seyn die Wirkung

der folgweifen Reflexionen zu beweifen; ich habe jedoch der Rechnung den Vorzug gegeben.

XVII.

Es bleibt nun noch zu betrachten übrig, was fich ereignet, wenn man den Zuftand einer Theile der Oberfläche dergeftalt verändern könnte, dafs für gewiffe Einfallswinkel das Zurückwerfungsvermögen total würde. Die Unterfuchung diefer Aufgabe führt zu einem merkwürdigen Schlufs.

Wenn alle Flächen des Gefäfses und der Körper in demfelben mit einem vollftändigen Emiffionsvermögen begabt wären, fo würde die Wärme, welche von den feften, in einer kleinen Tiefe unterhalb der Oberfläche liegenden Molekeln ausgefandt wird, wie im Artikel VIII. bewiefen ift, dem Strahlungsgefetze des Art. VII. unterworfen feyn und das Gleichgewicht der Temperaturen fich von felbft erzeugen. Wenn es errichtet ift, fo fchickt ein Element ω, nach einer beftimmten Richtung, z. B. unter der Neigung φ, eine Wärmemenge gleich r aus. Wenn jetzt in dem Zuftande der Flächen ω_1, ω_2, ω_3 irgend eine Veränderung eintritt, fo ift es gewifs, (Art. XII.) dafs die von ω, zum Punkte o gefandte Wärmemenge ftets gleich r bleibt; aber fie befteht nicht blofs, wie zuvor, aus der Wärme, die zu ω, hinaustritt, fondern aus verfchiedenen Theilen. Der erfte von ihnen ift derjenige, welcher von ω, im eigentlichen Sinne, ausgeftrahlt wird. Ein zweiter Theil befteht aus den Wärmemengen, welche zu ω_2 ω_3 ω_4 .... hinaustreten, und nach gefchehener folgweifer Reflexion auf ω, anlangen, von welchem fie zum Punkte o übergehen.

Wir haben durch α_1 α_2 α_3 . . . die Brüche bezeichnet, welche das Emissionsvermögen der Flächen ω_1 ω_2 ω_3 . . . für die respectiven Neigungen ausdrücken. Will man die Werthe dieser Brüche als gänzlich willkührlich betrachten, so geschieht es in unendlich vielen Fällen, dass die Summe der zu ω_1 ω_2 ω_3 . . . hinaustretenden und im Punkte o anlangenden Wärmemengen, nicht gleich r ist. Die Werthe von α_1 α_2 α_3 . . . für welche dieses keinesweges Statt hat, sind leicht zu bezeichnen. Da man indess im Art. XII. bewiesen findet, dass eine beliebige Zustandsveränderung der Flächen, die totale von ω, zum Punkte o gesandte Wärmemenge nicht verändert und dieser Beweis für alle, den Brüchen α_1 α_2 α_3 . . etwa beigelegten Werthe seine Anwendung findet; so könnte man fragen, wie es geschieht, dass die totale auf den Punkt o übergehende Wärmemenge ebenfalls noch gleich r sey, obgleich die Summe der von ω_1 ω_2 ω_3 . . . ausgehenden und im Punkte o anlangenden Wärmemenge, weniger als r beträgt. Um diese Aufgabe mit Klarheit zu lösen, ist zu merken, dass in dem bevorstehenden Falle die totale Wärmemenge, welche der Punkt o empfängt, einen dritten Theil einschliesst, nämlich diejenige Wärme, welche im Gefässe bleibt, in welchem sie fortdaurende Reflexionen erleidet. Diese Wärme fügt sich der von den Elementen ω_1 ω_2 ω_3 . . . ausgestrahlten hinzu; sie ergänzt die Wärme, welche der Punkt o erhält und macht sie gleich r. Denn lässt man eine solche Beschaffenheitsveränderung der Flächen zu, dass unter gewissen Neigungen ein totales Zurückwerfungsvermögen möglich ist, so räumt man hierdurch auch ein, dass die in dem Gefässe verbrei-

tete Wärme fortdauernd zwischen den betrachteten Elementen umher kreise, weil diese unter den nämlichen Winkeln dem totalen Zurückwerfungsvermögen unterworfen ist.

Es ist unnöthig diese Bemerkung weiter zu entwickeln; man kann die Wahrheit derselben erweisen, wenn man dem Gefäſse eine bestimmte Form giebt, wie z. B. die einer Kugel oder eines Ellipsoides.

Wenn also die Brüche α_1, α_2, α_3, . etc. den Bedingungen Genüge leisten, welche das unbegränzte Product $(1-\alpha_1)(1-\alpha_2)(1-\alpha_3)\ldots$ nothwendig Null machen; so ist die Summe der von ω, zum Punkte o gesandten Wärmemengen gleich r, wie früher, vor der Zustandsveränderung der Oberfläche. Wenn es physisch unmöglich wäre, daſs die Werthe der Brüche $\alpha_1\ \alpha_2\ \alpha_3$ .. dieses Product Null machten, so könnte es dennoch geschehen, daſs die Summe der erhaltenen Wärmen gleich r würde. Es ist mathematisch nicht nöthig, daſs das Product aller Factoren Null sey, um das Gesetz der Strahlung nach veränderter Beschaffenheit der Oberfläche aufrecht zu halten.

Sieht man ab von dieser erhaltenen Wärme, so bildet man sich die Idee eines rein rationalen Falles, in welchem die Oberflächen mit einem für gewisse Einfallswinkel vollkommenen Reflexionsvermögen begabt sind, und ein im Innern des Gefäſses befindlicher Körper nicht gleiche Wärmemengen nach allen Richtungen empfängt; dieser Fall ist mathematisch nicht unmöglich, wohl aber ist er es in physikalischer Hinsicht.

Selbst wenn man annimmt, daſs das Reflexionsvermögen für gewisse Einfallswinkel Null sey, würde die erhaltene Wärme dennoch die Vertheilung gleich-

förmig machen, und die Menge dieser erhaltenen Wärme, durch welche die Dichte homogen wird, könnte, weil es nur ein einzig mögliches Gleichgewicht giebt, nicht vermehrt oder vermindert werden. Wie dem auch sey, und unabhängig von jeder Betrachtung über die Beständigkeit oder Veränderlichkeit des Reflexionsvermögens, oder die Wirkung unzählig oft wiederholter Reflexionen, ist es streng bewiesen, daſs keine mögliche Beschaffenheitsveränderung der Oberfläche weder das Gleichgewicht, noch die totale von jedem Element ausgesandte Wärmemenge abändern kann. Der hier erwähnte Lehrsatz stützt sich auf einen einfachen, von aller Dunkelheit befreiten Beweis, welcher nicht die Berechnung der wiederholten Reflexionen voraussetzt. Man sieht gegenwärtig, weshalb die Beweisform den Vorzug verdient, welche in dem Art. XII. dieser Abhandlung beigebracht ist.

XVIII.

(Der Verfasser widerlegt und berichtigt in diesem Artikel mehrere Punkte der zuvor erwähnten Abhandlung des Hrn. Poisson, die zwar für die Theorie nicht unwichtig sind, hier aber, als nicht unmittelbar dem Zweck der gegenwärtigen Abhandlung angehörend, einer künftigen Berücksichtigung vorbehalten seyn mögen. (*P.*))

XIX.

Die Sätze, welche in dieser Abhandlung bewiesen wurden, machen die mathematische Theorie der strahlenden Wärme aus; sie entspringen sämmtlich aus der Betrachtung des Gleichgewichtes, welches sich

im Innern eines abgeschlossenen und auf constanter Temperatur gehaltenen Raumes herstellt. Ich habe dieses zuerst in einem Zusatze meiner Abhandlung von 1807 über die Fortpflanzung der Wärme, und hierauf im zweiten Theile meiner Abhandlung von 1811 entwickelt. Die hieher gehörigen experimentellen Untersuchungen wurden in früherer Zeit von Lambert, Pictet, Prevost, Leslie und Rumford, so wie später unter anderen von Berard, La Roche, Petit und Dulong vorgenommen; letzteren beiden verdankt man auch eine theoretische Untersuchung.

Dass die Wärmemenge, welche ein unendlich kleines Flächenelement nach verschiedenen Richtungen aussendet, proportional ist dem Sinus des Winkels dieser Richtungen mit dem Flächenelement, hatten schon mehrere Physiker aus Beobachtungen geschlossen. Die mathematische Theorie hat diesen Satz bestätigt und gezeigt, dass er eine nothwendige Folge des Gleichgewichts der Temperaturen in einem von allen Seiten abgeschlossenen Raume ist.

Aus der letzteren Thatsache hat die Analysis das Gesetz der Strahlung abgeleitet, auch hat man durch sie die physikalischen Ursachen aufgefunden, welche diess Gesetz bestimmen. Nämlich: 1) die Eigenschaft eines jeden Molekels im Innern einer festen Masse, nach allen Seiten Strahlen von gleicher Intensität auszusenden. 2) die allmählige Auslöschung dieser Strahlen, wenn sie im Innern der Masse ein gewisses unendlich kleines Intervall durchlaufen haben. 3) die Gleichheit an der Oberfläche, zwischen dem Vermögen die innere Wärme nach irgend einer Richtung

auszufenden und dann die äufsere, in gleicher Richtung einfallende, zu verfchlucken.

Die Frage, ob diefs Vermögen Wärme fortzuschicken und fie zu verfchlucken, mit der Richtung und der Temperatur veränderlich fey, ift keineswegen durch die Betrachtung des Gleichgewichtes entfchieden. Ihre Beantwortung erhält man durch fehr genaue und vielfach abgeänderte Verfuche über das Erkalten der Körper in verfchloffenen und luftleeren Gefäfsen. Jede Beobachtung diefer Art hat den Vortheil, eine Reihe von Thatfachen zu umfaffen, die fich auf verfchiedene Temperaturen beziehen. Man kann für den gegenwärtigen Zuftand unferer phyfikalifchen Kenntniffe nicht behaupten, dafs die innere, das nämliche Flächenelement in verfchiedenen Richtungen nach Aufsen durchftreichende Wärme, geradeswegs dem Sinus der Neigung proportional fey; wohl ift es aber gewifs, dafs für eine und diefelbe Richtung die beiden Vorgänge der Wärmeausfendung und Wärmeverfchluckung genau einander gleich find.

Die mathematifche Theorie der ftrahlenden Wärme begreift bis jetzt nur die Statik der Wärme; fie ift viel weniger ausgedehnt, als die der Wärmefortpflanzung in feften Körpern, aber fie hat den Vortheil fehr einfach zu feyn und nur die Elemente der Analyfis zu erfordern, während die Gefetze der letzteren durch Differenzialgleichungen ausgedrückt werden.

Aus der dritten der vorher angegebenen Eigenfchaften folgt, dafs das Gleichgewicht bei der ftrahlenden Wärme in einem verfchloffenen Gefäfse durch keine Zuftandsveränderung der Oberflächen geftört wird. Die totale Wärmemenge, welche ein Flächen-

element des Gefäſses vor und nach geänderter Beſchaffenheit deſſelben, auf einen Punkt des innern Raumes ſendet, iſt die nämliche. Die von dieſem Punkt erhaltene Wärme beſteht 1) aus der, welche zu jenem Flächenelement hinaus geſandt, und 2) aus der, welche von jenem zurückgeworfen ward. Man kann in dieſem zweiten Vorgange das Erzeugniſs einer einmaligen oder beliebig oft wiederholten Reflexion unterſcheiden. Es iſt leicht die Werthe dieſer partiéllen Wirkungen auszudrücken und einzuſehen, daſs ihre Summe gleich iſt einem Strahl, der in dem Falle einer völligen Abweſenheit des Reflexionsvermögens, von dieſem Elemente ausgeſandt wird. Jedoch würde dieſe Gleichheit nicht Statt finden, wenn das Reflexionsvermögen für gewiſſe Einfallswinkel total werden könnte. Man darf aber daraus nicht ſchlieſsen, daſs, für dieſen Fall, eine Zuſtandsveränderung der Oberflächen das Gleichgewicht der ſtrahlenden Wärme ſtöre und die Strahlen ungleich mache, welche ein Punkt des Raumes nach verſchiedenen Richtungen empfängt; denn die Gleichförmigkeit in der Vertheilung wird durch diejenige Wärme aufrecht erhalten, welche im Innern des Gefäſses den fortdauernden Reflexionen unterworfen iſt.

III.

Unterſuchung des in der Gegend von Clausthal vorkommenden Selenbleyes;

von den

HH. Hofräthen Stromeyer und Hausmann *).

Das unterſuchte Erz iſt vor einer Reihe von Jahren auf der zum *Burgſtädter* Zuge gehörigen Grube *Lorenz* bei *Clausthal* in Verbindung mit Braunſpath vorgekommen, und damals ſchon von dem, um die Kunde der mineraliſchen Produkte ſehr verdienten, Hrn. Bergprobirer Bauerſachs beachtet worden. Da es dem Glaſe eine ſmalte blaue Farbe ertheilt, ſo vermuthete derſelbe darin einen Kobaltgehalt und belegte es mit dem Namen *Kobaltbleyerz*. Als ſolches wurde es von dem Hrn. Hofrath Hausmann in den Norddeutſchen Beiträgen zur Berg- und Hüttenkunde III. 120 beſchrieben und demnächſt im Handbuche der Mineralogie I. 183 aufgeführt.

Dieſs Erz, von dem die HH. Hofräthe Stromeyer und Hausmann der K. Societät der Wiſſenſchaften (unter dem 23 Jan. 1825) die mineralogiſche und chemiſche Unterſuchung übergaben, ward dem letzteren von dem

*) Entlehnt aus den Gött. gelehrt. Anzeig. No. 34. 1825, welche dem Herausgeber vom Hrn. Hofr. Stromeyer gütigſt überſandt wurden.

Hrn. Bergprobirer Bauerſachs mit der Bemerkung zugeſandt, daſs daſſelbe im Feuer einen Gehalt von *Selenium* offenbare. Bei weiteren Verſuchen beſtätigte ſich nicht nur dieſe Entdeckung, ſondern es ergab ſich auch durch die von Hrn. Hofrath Stromeyer vorgenommene vollſtändige Analyſe, daſs es ſeinen Hauptbeſtandtheilen nach *Selenbley* iſt, welche Subſtanz bisher noch nicht im Mineralreiche bekannt war.

Aeuſserlich hat das *Selenbley* die mehrſte Aehnlichkeit mit kleinſpeiſigem Bleyglanz; aber die Farbe zeigt eine beſtimmte Verſchiedenheit, indem das lichte, friſche Bleygrau jenes Erzes mehr noch als bei dem Waſſerbley in das Blaue ſticht. Obgleich der Körper eine deutliche Anlage zur Kryſtalliſation beſitzt, ſo iſt es bis jetzt nicht möglich geweſen, die Beſchaffenheit derſelben zu beſtimmen. Die kleinen, höchſtens ¼ Linie meſſenden, bald locker zuſammengehäuften, bald eingeſprengten, kryſtalliniſchen Theile, ſcheinen hin und wieder quadratiſche, auch wohl dreieckige Flächen darzuſtellen; ob aber die regelmäſsige Form mit der des Bleyglanzes übereinſtimmt oder nicht, läſst ſich vor der Hand nicht entſcheiden. Daſſelbe gilt vom blättrigen Gefüge. Ein mehrfacher Blätterdurchgang ſcheint vorhanden zu ſeyn. Das Erz hat ein kryſtalliniſch-, klein- und feinkörniges Abſonderungsanſehen, mit metalliſchem Glanze der nicht ſehr glatten, unter der Loupe oft gekörnt erſcheinenden Abſonderungsflächen. Es iſt in etwas höherem Grade weich wie Bleyglanz; milde; etwas abfärbend; geſtrichene oder geriebene Stellen ſind metalliſch glänzend. Das eigenthümliche Gewicht iſt nach der Beſtimmung des Hrn. Hofr. Stromeyer bei 10,5° C. und

0,740^{m} Barom. = 7,697. Isolirt gerieben wird es, nach den von dem Hrn. Hofr. Hausmann damit angestellten Versuchen, gleich dem Bleyglanze, negativ elektrisch.

Vor dem Löthrohre auf der Kohle zersetzt sich das Selenbley überaus leicht. Es entwickelt einen starken Geruch nach faulen Rüben und bildet schnell einen braunrothen, leicht wieder zu verblasenden Beschlag. Später erzeugt sich ein gelber Bleyoxyd-Beschlag in der näheren Umgebung des sich zugleich reducirenden Bleyes. Indem die Flamme auf das Erz spielt, zeigt sich an diesem ein hellblauer Schein. Boraxglas erhält durch das Erz eine blasse Smaltefarbe.

Wird dasselbe in einer Glasröhre über einer Spirituslampe erhitzt, so sublimirt sich fast augenblicklich aus demselben Selen, welches die Glasröhre mit seinem eigenthümlichen widrigen Geruch erfüllt, und die Wände derselben mit einem leichten braunroth gefärbten Sublimat bekleidet. Fährt man mit dem Erhitzen fort bis zum Glühen der Röhre, so kommt das Erz in Fluss, ohne sich aber weiter merkbar dabei zu verändern. Während des stärkern Glühens der Röhre verliert sich indessen allmählig der anfangs abgesetzte braunrothe Sublimat. Dafür erscheint aber nun ein weisser in Nadeln krystallisirter Sublimat, der bei fortgesetztem Erhitzen sich nach und nach vermehrt, und erst beim Erkalten der Glasröhre zeigt sich wieder ein leichter Anflug des ersten braunrothen Sublimats unterhalb dem weissen. Dieser weisse Sublimat zieht aber nach einiger Zeit Feuchtigkeit an, und fängt an etwas zu zerfliessen. Derselbe röthet Lackmuspapier sehr stark, und wird durch Schwefel-

Wasserstoffsäure gelb und durch schweflige Säure roth gefärbt. Verhält sich also völlig wie Selensäure.

So oft das Erz hierauf von neuem wieder erhitzt wird, findet jedesmal eine abermalige Entbindung von Selen und Verbrennung desselben zu Selensäure wieder Statt.

Salpetersäure von der Stärke des gewöhnlichen einfachen Scheidewassers wirkt auf dieses Bleyerz schon in der Kälte ein, und dasselbe nimmt, wenn es längere Zeit damit in Berührung erhalten wird, eine dunkel zinnoberrothe Farbe an, indem sich das darin enthaltene Selen, während das Bley sich allmählig auflöset, in Substanz ausscheidet, und die noch unzersetzte Miner einhüllt. Mit Unterstützung der Wärme löset die Salpetersäure dieses Erz schnell und vollständig auf, wobei sich anfangs Selen in Gestalt rother Flocken abscheidet, die aber bald ihre rothe Farbe verlieren, bräunlich werden, und nach und nach verschwinden. Beim Auflösen grösserer Mengen des Erzes vereinigen sich die ausgeschiedenen Selenflocken auch wohl zu einer Masse, die sich als ein bräunlich gefärbter Schaum auf der Oberfläche der Flüssigkeit ansammelt und dieselbe zuweilen gleich einer Oelhaut auf kurze Zeit bedeckt.

Die salpetersaure Auflösung dieses Bleyerzes hat eine blass röthliche Farbe, welche, wie die mit derselben angestellten Versuche ausweisen, wirklich von einem geringen, schon durch die Löthrohrsversuche in demselben wahrgenommenen, Kobaltgehalte herrührt. Ausser Kobalt ist aber in der Auflösung des reinen Erzes kein anderes Metall, als Bley enthalten. Auch ergab die Prüfung desselben mit salpetersaurem

Baryt, daſs kein Schwefel in dieſer Miner vorkomme. Dagegen gaben ſchweflige Säure und ſchwefligſaure Salze, ſo wie auch Schwefel-Waſſerſtoffſäure, phosphatiſche Säure und ſalzſaures Zinnoxydul einen ſehr bedeutenden Selengehalt in derſelben zu erkennen, und beſtätigten dadurch vollends die ſchon aus dem zuvor angeführten Verhalten dieſes Erzes höchſt wahrſcheinlich gewordene Meinung, daſs daſſelbe eine natürliche Verbindung des Selens mit dem Bley ſey.

Da das Vorkommen von Kobalt in dieſem Erze vermuthen lieſs, daſs ſich dieſes Metall vielleicht als Speiskobalt darin befinde, ſo wurde dieſe Miner noch beſonders auf einen Arſenikgehalt unterſucht. Aber weder beim Verblaſen deſſelben vor dem Löthrohre, noch bei der Behandlung der vom Bley und Selen befreiten Auflöſung derſelben mit Schwefel-Waſſerſtoffgas, konnte irgend eine Spur von Arſenik darin aufgefunden werden.

Zur Beſtimmung des quantitativen Verhältniſſes der Beſtandtheile dieſes Bleyerzes wurde daſſelbe zuerſt, da es unmöglich war den damit verwachſenen Braunſpath und Quarz völlig davon zu trennen, mit höchſt verdünnter Salpeterſäure übergoſſen, und damit ſo lange in der Kälte in Berührung erhalten, bis aller demſelben beigemengte Braunſpath aufgenommen worden war, welches leicht aus dem Aufhören der während dem Auflöſen des Braunſpaths Statt findenden lebhaften Efferveſcenz zu erkennen war, worauf das hinterbliebene Erz, nachdem es durch wiederholtes Abſpülen von der erſten Auflöſung auf das ſorgfältigſte getrennt worden war, in mäſsig ſtarker Salpeterſäure mit Unterſtützung der Wärme aufgelöſet wurde. Nach

Absonderung des dabei zurückgebliebenen Quarzes wurde nun aus dieser Auflösung zuerst das Bley mittelst Schwefelsäure gefällt. Damit indessen kein selensaures Bley mit niederfallen konnte, wurde diese Fällung nicht allein in der Wärme vorgenommen, sondern der Niederschlag auch noch eine Zeit lang mit der Flüssigkeit im Kochen erhalten, ehe man denselben auf ein Filter sammelte. Nach Entfernung des Bleyes wurde die Auflösung in die Enge gebracht, und das Selen daraus durch schwefligsaures Ammoniak und schweflige Säure gefällt. Nachdem auch dieses vollständig daraus niedergeschlagen und durch Filtration geschieden worden war, wurde zuletzt aus der hinterbliebenen Flüssigkeit der Kobalt durch schwefelwasserstoffsaures Ammoniak abgeschieden.

Hierauf wurde nun ebenfalls aus der zuerst erhaltenen salpetersauren Auflösung das von dieser Säure mit aufgenommene Bley durch Schwefelsäure niedergeschlagen, und nachgehends auch zur Ausmittelung der Menge des dem Erze beigemengt gewesenen Braunspaths der aus demselben aufgenommene Gehalt an Kalk, Talkerde, Manganoxyd und Eisenoxyd unter Anwendung der bekannten Verfahrungsarten geschieden und bestimmt.

Auf diese Weise sind aus 1,814 Grm. dieses Bleyerzes, denen 0,013 Grm. Quarz und 0,161 Grm. Braunspath beigemengt waren, und die also nur aus 1,640 Grm. reinem Erz bestanden, erhalten worden:

1,702 Grm. schwefelsaures Bley
0,450 - Selen, und
0,038 - Schwefel-Kobalt im Maximo.

In einem andern Versuche lieferten 1,364 Grm. die-

ses Erzes, worin 0,0125 Grm. Quarz und 0,0795 Grm. Braunspath enthalten waren:

1,3275 Grm. schwefelsaures Bley
0,354 - Selen, und
0,019 - Schwefel-Kobalt im Maximo.

Bei abermaliger Wiederholung dieser Analyse mit 1,405 Grm. Bleyerz, bei welcher aber die Menge an aufserwesentlichem Quarz und Braunspath nicht bestimmt, und das Selen diessmal durch Schwefel-Wasserstoff niedergeschlagen worden ist, wurden erhalten:

1,313 Grm. schwefelsaures Bley
0,653 - Schwefel-Selen, und
0,018 - Schwefel-Kobalt im Maximo.

Nimmt man nun den Gehalt des schwefelsauren Bleyes in 100 Theilen zu 68,285 Theilen Bley, den des Schwefel-Kobalts im Maximo zu 48,0 Kobalt und den des Schwefel-Selens zu 55,3 Selen an, und sieht das bei der letzten Analyse an der Summe des angewandten Erzes Fehlende für Quarz und Braunspath an, so sind diesen Untersuchungen zu Folge in 100 Theilen dieses Bleyerzes enthalten:

Nach Analyse	I.		II.		III.
Bley	70,854	—	71,265	—	70,813
Kobalt	1,097	—	0,708	—	0,672
Selen	27,988	—	27,830	—	28,515
	99,939		99,803		100,000

Oder dasselbe besteht in 100 Theilen, nach einem Mittel aus diesen drei sehr gut mit einander übereinstimmenden Analysen, aus:

Bley	70,98
Kobalt	0,83
Selen	28,11
	99,92

Die Bestandtheile dieses Erzes sind demnach ganz in dem Verhältnisse ihrer Aequivalente mit einander verbunden, und die Menge des darin vorkommenden Selens entspricht nicht allein dem Bleygehalte desselben, sondern auch dem des Kobalts, und dieses Metall ist folglich in dieser Miner ebenfalls als ein Selenmetall enthalten. Auch befindet sich das Selen in diesem Erze mit dem Bley in einem ganz ähnlichen Verhältnisse verbunden, wie der Schwefel mit diesem Metall in dem Bleyglanze. Die Mischung dieses natürlichen Selenbleyes ist nämlich so beschaffen, daſs wenn beide Bestandtheile oxygenirt und in Bleyoxyd und Selensäure umgeändert werden, sie neutrales selensaures Bley geben. Und so wie sich daher zuweilen durch Zersetzung von Bleyglanz Bleyvitriol bildet, so könnte auch wohl auf ähnliche Weise selensaures Bley aus dem Selenbley entstehen. Man wird demnach auf das Vorkommen einer solchen Verbindung an Orten, wo Selenbley sich findet, zu achten haben.

* * *

Wir nehmen diese Gelegenheit wahr, die Anzeige von einer der Königlichen Societät der Wissenschaften in der Versammlung am 3. April vorigen Jahres von Herrn Hofrath Stromeyer mitgetheilten Notiz über eine neue von ihm in dem Salmiak der Liparischen Insel Vulcano entdeckte natürliche Selenverbindung nachzuholen, deren Verspätung dadurch veranlaſst worden ist, daſs der Hr. Hofr. Stromeyer wünschte auch zugleich von einer andern in diesem Salmiak noch vorkommenden Substanz Nachricht zu ertheilen.

Unter den vulkanischen Produkten dieser Insel kommt ein mit sublimirtem Schwefel gemengter Sal-

miak vor, der schichtweise sich durch eine auffallend bräunlich orangegelbe Farbe auszeichnet, die ihm ganz das Ansehen von eisenhaltigen Salmiakblumen giebt. Da dieser Salmiak indessen keinen eisenhaften Geschmack besitzt, und auch an der Luft nicht merkbar Feuchtigkeit anzieht, so wurde die anfangs gehegte Vermuthung, dass derselbe wirklich eisenhaltig sey, und die eigenthümliche Farbe desselben von beigemengtem salzsauren Eisenoxyd herrühre, zweifelhaft, und veranlasste denselben einer nähern Prüfung zu unterwerfen.

Schon bei der Behandlung dieses Salmiaks mit Wasser ergab sich die frühere Meinung, dass derselbe natürlicher eisenhaltiger Salmiak sey, nun vollends als irrig. Beim Auflösen desselben in Wasser schied sich nämlich nicht allein der eingemengte Schwefel aus, sondern es hinterblieb auch noch eine andere Substanz, welche dieselbe bräunlich orangegelbe Farbe besass, durch welche sich der Salmiak in seinem natürlichen Zustande gerade auszeichnete. Die erhaltene Auflösung war dagegen farbelos, und lieferte auch beim Verdunsten ein vollkommen ungefärbtes Salz. Ausserdem reagirte diese Auflösung nur sehr schwach säuerlich, wie solches gemeiniglich auch bei dem künstlich sublimirten Salmiak der Fall ist, und weder Gallapfelauszug noch Blutlaugensalz und schwefelblausaures Kali bewirkten darin eben so wenig als Ammoniak irgend eine Veränderung, aus welcher man auf einen Eisengehalt hätte schliessen können. Hingegen verursachte Schwefel-Wasserstoff in derselben einen ziemlich häufigen orangefarbenen Niederschlag, der fast gänzlich aus Auripigment bestand, und

von etwas arseniger Säure herrührte, die zugleich in diesem Salmiak mit vorkommt. Auch gab Barytsolution einen geringen Gehalt von Schwefelsäure darin zu erkennen *).

Der beim Auflösen des Salmiaks hinterbliebene bräunlich orangegelbe Rückstand kam beim Erhitzen in einer Glasröhre über einer Spirituslampe leicht in Fluss, und sublimirte sich hierauf vollständig zu einem orangefarbenen Sublimat. Auf eine glühende Kohle geworfen entzündete sich dieser Körper sogleich, und verbrannte unter Ausstossung eines sulphurischen zugleich sehr schwachen arsenikalischen Geruchs, der sich hintennach aber in einen starken widrigen Geruch nach faulen Rüben umänderte.

Da dieser eigenthümliche Nachgeruch, welchen dieser Körper bei seinem Verbrennen verbreitete, viel Aehnlichkeit mit dem Geruch hat, welchen Selen bei seinem Verflüchtigen und Verbrennen ausstöſst, und der Körper auch in seiner Farbe dem Schwefel-Selen sehr ähnlich ist, so wurde es nicht unwahrscheinlich, daſs derselbe hauptsächlich aus Schwefel-Selen bestehe.

Um dieses auszumitteln wurden daher einige Decigramm dieser Substanz mit Salpetersäure so lange digerirt, bis der Schwefel, welcher lange eine orangegelbe Farbe behielt, rein gelb gefärbt erschien, und der Auflösung, nachdem der hinterbliebene Schwefel davon getrennt worden war, schwefligsaures Kali zugesetzt, welches für Selen ein eben so sicheres und empfindliches Reagens ist, als das schwefligsaure Ammoniak.

*) Es kommen indessen doch einzelne Stücke dieses Salmiaks vor, welche wohl Spuren von salzsaurem Eisenoxyd enthalten.

Hierdurch wurde nun die zuvor geäusserte Vermuthung völlig bestätigt. Das schwefligsaure Kali schied aus der salpetersauren Auflösung eine ziemlich bedeutende Menge eines zinnoberroth gefärbten Körpers ab, welcher alle die von Hrn. Berzelius angegebenen charakteristischen Eigenschaften des Selens besafs.

Auch lieferte die salpetersaure Auflösung beim Verdunsten eine in Nadeln krystallisirende Substanz, welche sich völlig wie Selensäure verhielt. Ausser der Selensäure enthielt diese Auflösung aber noch eine geringe Menge Arseniksäure, wie die Prüfung derselben mit Silbersolution ergab.

Die den Salmiak begleitende und färbende Substanz ist also Schwefel-Selen, das zugleich eine geringe Menge Auripigment aufgelöset enthält, und wir besitzen in derselben mithin eine neue, bisher in der Natur noch nicht angetroffene Verbindung dieses höchst merkwürdigen Körpers.

Das Vorkommen des Schwefel-Selens unter den vulkanischen Produkten der Liparischen Inseln macht es daher auch sehr wahrscheinlich, dafs die eigenthümliche orangefarbene Nuance des auf diesen Inseln sich findenden Schwefels hauptsächlich von beigemengtem Schwefel-Selen herrührt, und nicht von Schwefel-Arsenik, wie bisher angenommen worden ist.

Spätere Versuche haben in diesem Salmiak noch eine andere Selen-Verbindung entdecken lassen. Der durch Schwefel-Wasserstoff in der Auflösung dieses Salmiaks bewirkte Niederschlag hatte für Auripigment eine viel zu dunkele Orangefarbe, und der Hr. Hofr. Stromeyer vermuthete daher auch schon bei der ersten Mittheilung dieser Untersuchung, dafs diese

eigenthümliche Färbung des erwähnten Niederschlags ebenfalls von Selen herrühre, und auf einen in dem Salmiak vorkommenden Gehalt von etwas Selensäure schliessen lasse. Die damals mit dieser Substanz angestellten Versuche gewährten ihm indessen noch keine volle Ueberzeugung, daher er auch glaubte, diese Vermuthung vor der Hand noch unerwähnt lassen zu müssen. Jetzt aber, wo ihm seine Versuche über das Vorhandenseyn dieser Säure in diesem Salmiak volle Bestätigung gegeben haben, beeilt er sich diese Erfahrung nachzutragen. Ob übrigens die in diesem Salmiak enthaltene Selensäure ebenfalls mit Ammoniak verbunden ist, oder sich in freiem Zustande darin befindet, erlaubt die geringe Menge, in welcher sie in demselben vorkommt, und die höchstens nur $\frac{1}{200}$ betragen kann, nicht weiter zu bestimmen.

IV.

Notiz über die Untersuchung mehrerer selenhaltigen Fossilien vom Harze;

Auszug eines Briefes
des Hrn. Prof. H. Rose.

Ich danke Ihnen für das mir überschickte 34ste Stück der Göttingischen gelehrten Anzeigen vom 26 Febr. d. J., in welchem sich eine ausführliche Beschreibung und Analyse eines Selenbleies von den Herren Hofr. Hausmann und Stromeyer befindet. In Bezug hierauf nehme ich mir die Freiheit, Ihnen eine kurze Notiz von einer Reihe von Analysen selenhaltiger Fossilien von Tilkerode bei Harzgerode im Vorderharz mitzutheilen, die durch meinen Freund, den Herrn Bergrath Zinken zu Mägdesprung bei Harzgerode entdeckt worden sind. Herr Zinken fand das Selenium in diesen Fossilien durchs Löthrohr schon im Herbste 1823, und theilte diese Entdeckung im Nov. 1823 meinem Bruder mit, der ihn auf seiner Reise nach Paris in Mägdesprung besuchte. Kurz darauf erhielt ich von ihm eine bedeutende Menge dieser Fossilien, um sie zu analysiren. Ich konnte diese Untersuchungen erst im Anfange des Sommers 1824 anfangen und habe sie im vorigen Herbste beendet. Ich hätte die Resultate meiner Analysen schon längst in den Annalen der Phys. und Chemie bekannt gemacht, wenn nicht Herr Zinken mir geschrieben hätte, dass er mir eine Ab-

handlung über das Vorkommen und eine Beſchreibung dieſer Selenfoſſilien ſchicken wollte, damit dieſe gemeinſchaftlich mit der meinigen erſchiene. Dieſe habe ich indeſſen noch nicht erhalten.

Ich habe unter den mir zugeſchickten Selenfoſſilien nur 5 analyſirt, weil die übrigen, obgleich ſie eine groſse Menge Selen enthalten, doch nicht ſo rein waren, daſs ſie ſich zu einer quantitativen chemiſchen Analyſe eigneten. Ich wandte bei der Analyſe die Methode an, die Berzelius für die Analyſe nickelhaltiger Foſſilien vorſchlägt. Ich leitete über die zu unterſuchende Selenverbindung trocknes Chlorgas, und trennte durch Deſtillation das flüchtige Chlorſelen von den nicht flüchtigen Chlormetallen. Die analyſirten Foſſilien ſind folgende:

I. *Selenblei*, ſo zuſammengeſetzt, wie das künſtliche, d. h. 2 Atome Selen mit 1 Atom Blei. Dieſes machte den gröſsten Theil der mir überſchickten Foſſilien aus; theils war es ganz rein; gewöhnlich aber innig mit Bitterſpath gemengt; oft enthielt es auch eine Quantität Seleneiſen.

II. *Selenblei mit Selenkobalt.* Von dieſem Foſſile ſchickte mir Herr Zinken nur ein Stück mit der Bemerkung, daſs vor mehreren Jahren ein ſogenanntes Kobaltbleierz bei Clausthal vorgekommen ſey, das im Aeuſsern und in ſeinem Verhalten mit dem mir überſchickten Stücke übereinſtimme. Das von mir analyſirte Foſſil war durch verdünnte Salzſäure vom eingeſprengten Bitterſpathe gereinigt worden. Das Reſultat der Analyſe war:

Blei	63,92
Kobalt	3,14
Selen	31,42
Eisen	0,45
Verlust	1,07
	100,00

Nimmt man in diesem Fossile ei Verbindung von Selen mit Kobalt an, die 4 Atome des erstern gegen einen des letztern enthält, eine Verbindung, die dem Schwefelkiese analog wäre, so würden sich 3,14 Theile Kobalt mit 8,44 Selen verbinden, während 63,92 Th. Blei 24,47 Th. Selen aufnehmen, um Selenblei zu bilden. Die Formel für die Zusammensetzung wäre also:

$$Co\,Se^4 + 6\,Pb\,Se^2.$$

III. *Selenblei mit Selenkupfer;* das Resultat meiner Analyse war:

Selen	29,96
Blei	59,67
Kupfer	7,86
Eisen	0,33
Eisen mit Blei	0,44
Verlust	1,74
	100,00

Die chemische Zusammensetzung dieses Fossils, in welchem das Kupfer halb so viel Selen als das Blei aufnimmt, wird durch die Formel

$$C\,Se^2 + 2\,Pb\,Se^2.$$

ausgedrückt.

IV. *Selenblei und Selenkupfer in einem andern Verhältnisse:*

Silber . . .	1,29
Blei . . .	47,33
Kupfer . . .	15,46
Selen . . .	34,26
Eisen-, Blei- u. Kupferoxyd	2,08
	100,42

Die Zusammensetzung dieses Fossils ist, wenn man das Selensilber als nicht wesentlich für die Mischung ansieht:

$$2\,Pb\,Se^2 + 3\,Cu\,Se^2.$$

V. *Selenblei mit Selenquecksilber.* Von diesem fand ich unter den mir zugeschickten Fossilien nur ein Stück, das ich zusammengesetzt fand aus:

Selen	24,97
Blei	55,84
Quecksilber	16,94
Verlust	2,25
	100,00

Ich habe die Analyse dieses Fossils nicht wiederholen können, wegen der geringen Menge, die ich davon erhalten hatte. Der Verlust besteht nur in Selen und Quecksilber, die von einander genau zu trennen schwer hält. Man kann wohl annehmen, daſs sich die Zusammensetzung dieses Fossils durch $Hg\,Se^2 + 3\,Pb\,Se^2$ ausdrücken läſst.

Vor einigen Tagen erhielt ich von Herrn Zinken einen neuen Transport selenhaltiger Fossilien, vorzüglich viele Stücke der zuletzt angeführten Species in 4 Abänderungen. Vielleicht werde ich die Analyse desselben an einem schönen Exemplare wiederholen. Zugleich erhielt ich einige vom Herrn Zinken bei Tilkerode zuerst entdeckte Goldstufen; das gediegene Gold ist zum Theil in Quarz, zum Theil in Selenblei eingesprengt.

Berlin, d. 15. März 1825.

Heinrich Rose.

V.

Ueber eine neue Bildung der wasserfreien Schwefelsäure;

von

Hrn. Prof. C. G. Gmelin in Tübingen.

Man hat bisher geglaubt, dafs die wasserfreie Schwefelsäure blofs auf die Weise sich bilden könne, dafs man schwefelsaure Salze, welche in der Hitze die Säure fahren lassen, wie namentlich den calcinirten Eisenvitriol in einem Destillationsapparat zersetzt. Auf diese Art wird bekanntlich die rauchende sogenannte Nordhäuser Schwefelsäure dargestellt.

Ich habe gefunden, dafs in einer gewissen Periode der Destillation der *nicht rauchenden* (sogenannten englischen) Schwefelsäure sich *rauchende* Säure *bildet.* — Ich erhitzte in einem Destillationsgefäfse 6 Pfd 29 Loth englischer Schwefelsäure, von einem specifischen Gewicht von 1,8435 bei + 10,5° R., welche an der Luft nicht im Mindesten rauchte. Die Säure kam dabei nie ins Kochen, die Temperatur der Luft war 0° R. Nachdem 4 Unzen Schwefelsäure überdestillirt waren, welche stark nach schweflicher Säure roch, wurde die Vorlage ausgeleert, gereinigt und von neuem vorgelegt. Als nun wieder 8 Unzen Säure, welche fast ganz geruchlos war, herüberdestillirt waren, füllte sich die bisher ganz durchsichtig gebliebene Vorlage plötzlich mit Dämpfen an. Man entfernte sie, und legte eine andere vollkommen trockene Vorlage vor, welche jetzt mit zerstofsenem Eis umgeben ward. Es condensirte sich nun in derselben theils eine weifse undurchsichtige, theils eine krystallisirte durchscheinende Säure. Ein grofser Theil der festen Säure fand sich im Hals der Retorte. Die feste Säure rauchte ganz aufserordentlich stark an der Luft, ganz wie die aus Nordhäuser Vitriolöl dargestellte, blieb noch bei + 12° R. fest und zeigte keinen Geruch nach schwefliger Säure. wurde sie mit einer gewissen Menge von Schwefel in

einem mit eingeriebenem Glasstöpsel versehenen Gläschen zusammengebracht, so bildete sich eine grüne Verbindung von der Farbe des salzsauren Chromoxyduls, und es entwickelte sich etwas schwefligsaures Gas. Wurde diese grüne Masse mit Wasser in Berührung gebracht, so fand eine ausserordentliche Erhitzung Statt; es bildete sich viel schweflige Säure und es setzte sich Schwefel ab. Wurde die feste Säure mit Wasser zusammengebracht, so bildete sich wässerige Schwefelsäure, aber keine schweflige Säure. Wurde die mit Wasser verdünnte Säure mit Kali gesättigt und zur Krystallisation verdampft, so bildete sich kein Salpeter, auch entwickelte sie beim Erhitzen der trocknen Salzmasse mit concentrirter Schwefelsäure keine salpetersauren Dämpfe. Das specifische Gewicht der in der Retorte zurückgebliebenen Säure, *welche jetzt merkbar rauchte*, fand sich = 1,8503 bei + 13° *R.*; das der überdestillirten Säure = 1,4309 bei + 11,5° R. *)

Bei Wiederholung dieses Versuches mit derselben Säure, erhielt ich dasselbe Resultat. Uebrigens kann man leicht den Zeitpunkt übersehen, in welchem diese rauchende Säure sich bildet. Bei den angeführten Versuchen bildete sie sich erst in der ersten Hälfte des dritten Tages (in den zwei ersten Tagen hatte man von Morgen früh 7 Uhr bis Nachts 9 Uhr das Feuer im Ofen erhalten) und ihre Bildung war nicht länger als ungefähr eine halbe Stunde hindurch zu bemerken **).

Die angeführten Versuche lassen, wie ich glaube, keinen Zweifel übrig, dass die feste Säure wirklich wasserfreie Schwefelsäure war. Ihre Bildung erklärt sich auf die Art, dass bei einer gewissen Concentration der wasserhaltigen Schwefelsäure ein Theil der Säure sein Wasser an einen andern Theil der Säure abtritt, und sich verflüchtigt, wobei einerseits durch die grosse Verflüchtigbarkeit der wasserfreien Säure, anderseits durch die grosse Fixität der wasserhaltigen Säure diese Art von Zersetzung herbeigeführt wird.

*) Die specifischen Gewichte wurden mittelst eines mit aufgeschliffenem Deckel versehenen Glases bestimmt.

**) Ich führe diese Umstände deswegen an, damit man daraus sehen könne, wie langsam die Destillation vor sich gieng. — Wahrscheinlich bildet sich keine rauchende Säure, wenn die Flüssigkeit in der Retorte zum Sieden gebracht ist.

VI.

Notiz über eine gewisse Gesetzmäſsigkeit in der Bewegung der Sternschnuppen;

aus einem Briefe

des Hrn. Prof. Brandes zu Breslau an den Herausgeber.

Da die Annalen der Physik so freundlich mitgewirkt haben, die Theilnahme an der im Jahre 1823 von mir und einigen Freunden unternommenen Beobachtung der Sternschnuppen weiter zu verbreiten: so darf ich wohl hoffen, daſs einige Zeilen über den Erfolg unserer Bemühungen ebenfalls bei den Lesern eine günstige Aufnahme finden werden.

Obgleich die Zahl der Beobachter nicht so bedeutend geworden ist, als ich gehofft hatte, so ward es doch durch die Mitwirkung mehrerer thätiger Freunde der Physik möglich gemacht 63 correspondirende Beobachtungen anzustellen und für 35 dieser Meteore die Bahnen zu bestimmen. Die Zusammenstellung der berechneten Resultate ergiebt eine höchst auffallende Merkwürdigkeit in Hinsicht auf die Richtung der von diesen Meteoren durchlaufenen Bahnen. Denn obgleich es beim ersten Augenblick scheint, als ob die Sternschnuppen in allen möglichen Richtungen fortgehend vorkommen, so zeigt doch eine sorgfältigere Zusammenstellung, daſs diejenige Richtung vorherrscht, welche der Bewegung der Erde in ihrer Bahn entgegengesetzt ist. Unsere Beobachtungen scheinen daher

eine Andeutung zu geben, daſs die Erde dieſen Meteoren, welche freilich durch eine eigenthümliche Kraft nach allen Richtungen fortgeſchleudert werden, in ihrem Laufe um die Sonne begegne.

Wenn ſich dieſs durch fernere Beobachtungen beſtätigen ſollte, ſo würden wir wenigſtens *einen* bedeutenden Schritt zur näheren Kenntniſs dieſer, jenſeit der Gränzen unſerer Atmoſphäre entſtehenden Meteore gethan haben. Die Beweiſe für jene Behauptung theile ich hier nicht mit, da ich ſie in der, ſo eben zum Druck an die Verlagshandlung dieſer Annalen geſandten ausführlichen Abhandlung mitgetheilt habe und die Leſer wohl darauf verweiſen darf. *) — Aber zu wünſchen wäre es wohl, daſs die Beobachtungen fortgeſetzt würden. Wenn ich hoffen dürfte, zahlreichere Mitarbeiter zu finden um dadurch zu einer Beſtimmung der meiſten an den ſämmtlichen Beobachtungsabenden erſcheinenden Sternſchnuppen zu gelangen, ſo möchte ich mich wohl im nächſten Sommer noch einmal entſchlieſsen, die Beobachtungen fortzuſetzen.

*) Seit Mittheilung dieſer intereſſanten Notiz iſt der Druck der Abhandlung des geehrten Hrn. Verfaſſers bereits vollendet, ſo daſs ſich das Publikum die Hoffnung machen darf, in ſehr kurzer Zeit zu dieſer für die Kenntniſs der Meteore ſo ungemein wichtigen Thatſache die umſtändlicheren Belege zu erhalten. Mehr wie alle Aufforderung, iſt gewiſs die Bekanntwerdung obiger Arbeit geeignet das an dieſem Zweige der Phyſik geſunkene Intereſſe wiederum zu beleben, und dem Hrn. Verfaſſer, dem gewiſs alle Freunde der Meteorologie mit mir die nöthige Kraft und Muſse zur Fortſetzung ſeiner Beobachtungen wünſchen, für den nächſten Sommer eine recht bedeutende Anzahl von Beobachtern zuzuwenden. Ich ſelbſt, der ich ſchon früher aus Mangel an Zeit und einem ſchicklichen Lokale einen ähnlichen Antrag des geehrten Herrn Verfaſſers leider ablehnen muſste, habe dieſem für den kommenden Sommer meine Hülfe angeboten, und hoffe, daſs ſie nicht die einzige iſt, auf die derſelbe mit Sicherheit rechnen darf. *P.*

VII.

Ueber den Schwefel,

von

Adolph Theodor Kupffer, Professor in Kasan *).

Meine Messungen des Schwefels stimmen nicht genau mit einander überein; ich gebe sie aber nicht als definitive Resultate; sie unterstützen indess eine merkwürdige Hypothese, die die Verschiedenheit der Krystallformen des gediegenen und geschmolzenen Schwefels erklärt, und die ich deshalb, ohne im Stande zu seyn, sie scharf zu beweisen, zur weitern Prüfung darlege.

Ich maass drei sehr kleine Krystalle, die alle kein deutliches Bild gaben, obgleich ich sehr nahe Gegenstände, zwei schwarze Punkte an einem gegenüberstehenden Fenster, wählte.

Ich fand:

Am ersten Krystall

1)	Octaëderwinkel an der Basis	143°	20′,8
2)	Derselbe Winkel an der andern Seite der Basis	143	14,0
3)	Octaëderwinkel an der Endkante	106	18,2
4)	Derselbe an einer andern Kante	106	14,8

*) Ein Nachtrag zu seiner jetzt im Druck befindlichen, im Jahre 1823 von der hiesigen K. Akademie gekrönten, Preisschrift: „über Messung der Krystallwinkel". P.

Am zweiten Kryſtall

5) Octaëderwinkel an der Baſis	143° 36′,3
6) Neigung der Octaëderfläche gegen die Axe	18 12,3

Am dritten Kryſtall

7) Octaëderwinkel an der Endkante	84° 57′,8

Einige dieſer Meſſungen weichen nicht viel von den Meſſungen des Hrn. Prof. Mitſcherlich ab, und man bemüht ſich vergebens ſie mit denen des geſchmolzenen Schwefels zu vereinbaren. Man findet aber beim geſchmolzenen Schwefel (ſ. die Abhandlung des Hrn. Prof. Mitſcherlich in den Annal. de Chim. et Phyſ. Tom. XXIV. 264) daſs die Tangente der halben Neigung von *M* zu *M*, 45° 16′, verdreiſacht gerade den Winkel 71° 43′ giebt, welcher bis auf 0′,3 der Hälfte des Mittels aus den obigen 4 Meſſungen des Neigungswinkels der Octaëderflächen an der Baſis, beim gediegenen Schwefel, gleich kommt. Ferner, wenn man die Tangente der Neigung von *P* zu *d″* (84° 14′) halbirt, ſo findet man ſehr nahe die ſpitze Neigung der Kanten an der Baſis des Octaëders des gediegenen Schwefels.

Dieſs veranlaſste mich zu glauben, daſs der Schwefel, ich weiſs nicht durch welche Veränderung in der Lage ſeiner Theile durch das Schmelzen, eine ſeiner Axen verändern könne, ſo daſs zwei ſeiner Octaëderflächen als Säulenflächen, zwei andere als Flächen einer ſchieflaufenden augitartigen Zuſchärfung zu nehmen ſind, und die Axe einer Kante an der Baſis des Octaëders parallel läuft, wie Fig. 16. zeigt.

Wir wollen jetzt die halbe Neigung von *P* zu *P″* an der Kante *D′* mit ½*B* die Neigung der Kante *D′* ge-

gen die Axe (oder das Complement zu 180°, der Neigung von D gegen D' mit r, und die halbe Neigung zweier Säulenflächen an der Kante D, auf welcher die Zuſpitzungsflächen P, P'' gerade aufgeſetzt wären, mit g bezeichnen. Wir haben aus den bekannten Formeln für das Rhomben-Octaëder

$$\tan \tfrac{1}{2} B \cdot \cos r = \tan g \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Da nun unter den Säulenwinkeln die Neigung von P zu P'' oder B auch mit vorkommt, ſo müſſen offenbar tang $\frac{1}{2}B$ und tang g ein einfaches Verhältniſs zu einander haben. Wir wollen dieſes einfache Verhältniſs mit n bezeichnen, ſo daſs $\tan \frac{1}{2}B = n \tan g$. Dieſen neuen Werth von tang g in die obige Formel geſetzt, giebt

$$\cos r = \frac{1}{n} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Wenn man den gediegenen Schwefel ſo nimmt, wie die Figur zeigt, oder den Winkel, der die erſte Meſſung giebt, für einen Säulenwinkel, den, welchen die zweite Meſſung giebt, für den Winkel einer ſchiefſlaufenden (augitartigen) Zuſchärfung anſieht, ſo findet ſich die Neigung der Endkante gegen die Axe oder

$$r = 78° \; 26'$$

Vergröſsert man dieſen Werth nur um 2′, ſo iſt cos r gleich $\frac{1}{5}$, und die durch die Gleichung (2) verlangte Bedingung iſt erfüllt.

Wir können alſo wohl annehmen, daſs $\frac{1}{5}$ der wahre Werth von cos r ſey; daſs alſo beim Schwefel allerdings Flächen vorkommen können, die ſich auf eine der Kante D parallele Axe einfacher beziehen laſſen, als auf die gewöhnliche Axe (die alsdann zur ho-

rizontalen wird). Wir wollen indeſs ſehen, wie dieſe Annahme zu den übrigen Meſſungen, des gediegenen und des geſchmolzenen Schwefels, paſst.

Es ſey alſo

$r = 78° 28'$
$\frac{1}{2}B = 71\ 43$

ſo findet man

beim gediegenen Schwefel

	Rechnung	Beobachtung
P zu P	106° 12'	106° 15' 106 18
Neigung der Octaëderfläche gegen die Axe	18 17	18 18
P zu P'	85 18	84 58

beim geſchmolzenen Schwefel

	Rechnung	Beobachtung
M zu M	90° 31',5	90° 32'
P zu M	94 8	94 6
P zu d''	84 10,5	84 14

Man kann aus meiner neuen Tabelle über den Zuſammenhang, der zwiſchen ſpecifiſchem Gewicht, Kryſtallform und chemiſchem Aequivalent Statt findet, erſehen, daſs meine Meſſungen ein mit der Erfahrung ſehr übereinſtimmendes ſpecifiſches Gewicht des Schwefels geben.

Ich erinnere noch, daſs der Feldſpath auch zwei Axen beſitzt, eine parallel der Kante der gewöhnlichen geſchobenen Säule, und eine optiſche, dem Hrn. Dr. Seebeck zufolge, der Kante der rechtwinkligen Säule parallel. Wenn ich nicht irre, hat Hr. Brewster auch beim Diopſid gefunden, daſs die optiſche Axe einen Winkel mit der Axe der Säule macht.

VIII.

Ueber die zu Cayenne unter dem Namen la Barre bekannte, und von den Indianern in Guiana Pororoca genannte Fluthersscheinung;

von

Hrn. Noyer, Deputirten des französischen Guiana *).

Die Küsten von Guiana bieten von der Mündung des Amazonenflusses an, bis zum Cap du Nord eine außerordentliche Erscheinung dar, die zum Theil der unter dem Namen Mascaret zu St. Malo an den Küsten der Bretagne Statt findenden ähnlich ist. Condamine, welcher dieselbe untersuchte als er sich von Para nach Cayenne begab, scheint keine vollständige Erklärung derselben gegeben zu haben. Er drückt sich nachstehendermaßen aus:

„Zwischen dem Macapa und dem Cap du Nord „(welches ungefähr 2 Grad nördlich von dem Aequa-„tor liegt) an der Stelle, wo der große Kanal des Flus-„ses durch Inseln sehr verengt ist, und vor allem ge-„genüber der Mündung des Arawari, welcher sich „von Norden her in den Amazonenfluss ergießt, bie-„tet die Meeresfluth zu den Zeiten, wo sie am höch-„sten ist, nämlich während der 3 dem Voll- oder Neu-„mond zunächst liegenden Tage, eine sonderbare Er-

*) Annales maritimes et coloniales. Juill. 1824.

„ſcheinung dar; denn ſtatt wie ſonſt zum Steigen 6
„Stunden zu gebrauchen, erreicht ſie jetzt innerhalb
„ein oder 2 Minuten ihre gröſste Höhe, und wie man
„leicht begreifen wird, geſchieht dieſes nicht ruhig.
„Schon aus einer Entfernung von einer oder zwei
„Lieue läſst ſich ein ſchreckliches Getöſe hören, wel-
„ches den Poróroca ankündigt; ſo nennen nämlich
„die Indianer dieſe ſchreckliche Fluth. So wie er ſich
„nähert, wächſt das Getöſe, und bald erblickt man
„ein 12 bis 15 Fuſs hohes Vorgebirge von Waſſer,
„darauf ein zweites, ein drittes und manchmal ein
„viertes, welche alle ſich nahe auf einander folgen
„und die ganze Breite des Kanals einnehmen.

„Dieſe Woge kommt mit einer auſserordentlichen
„Geſchwindigkeit heran; alles was im Wege liegt
„wird von ihr zertrümmert und fortgeriſſen. Ich ha-
„be geſehen, daſs ſie an einigen Orten groſse Stücke
„Erdreich wegführte, dicke Bäume entwurzelte und
„Verwüſtungen aller Art anrichtete. Ueberall, wo ſie
„vorbeigeht, iſt das Ufer ſo rein, als wäre es mit Fleiſs
„gefegt. Die Canots, die Piroguen und ſelbſt Barken,
„haben kein anderes Mittel ſich der Wuth dieſer Wo-
„ge (welche die Franzoſen in Cayenne la Barre nen-
„nen) zu entziehen, als daſs ſie an einer tieferen Stelle
„vor Anker gehen. Ich will hier nicht weiter ins Ein-
„zelne der Thatſache noch ihrer Erklärung gehen,"
fügt Condamine hinzu, „ſondern nur ihre Urſachen
„anzeigen. Durch eine aufmerkſame Beobachtung
„dieſer Erſcheinung an verſchiedenen Orten habe ich
„bemerkt, daſs ſie ſtets nur da ſich zeigt, wo die an-
„ſteigende Fluth in einen engen Kanal tritt, und ei-
„ner Sandbank oder Untiefe begegnet, die ihr Hinder-

„nisse entgegensetzt. Nur dort und nirgend anderswo „fängt diese ungestüme und regellose Bewegung des „Wassers an, und sie hört ein wenig hinter der Sand„bank auf, wenn daselbst der Kanal wieder an Tiefe „oder an Breite beträchtlich gewinnt. Man sagt, dass „sich etwas Aehnliches bei den Orkadischen Inseln im „Norden von Schottland und an der Mündung der „Garonne unweit Bordeaux zeige, wo man diese Fluth„erscheinung Mascaret nennt.“ *)

Wenn das Phänomen auch von Condamine nicht völlig genügend erklärt ward, so ist doch wenigstens die Beschreibung desselben sehr genau. Das Dictionnaire d'histoire naturelle von Deterville findet unter dem Artikel *Meer* diese Erklärung mangelhaft und irrig. Es widerlegt dieselbe auf nachstehende Art:

„Es sey physisch unmöglich, dass das mit der Fluth herankommende Wasser sich während der Fluthzeit allmählig vor den Sandbänken anhäufen und daselbst einen Wall bilden könne, um hernach hinter der Sandbank wieder niederzustürzen; hingegen müsse das Wasser nach den Gesetzen der Hydrostatik, wenn es sich oberhalb der Sandbank erhebe, nach der andern Seite abfliessen um sich im Niveau zu setzen.“

Hat aber der Verfasser dieses Artikels die Ausdrücke Condamine's wohl verstanden? Dieser Gelehrte *sagt nicht*, dass das Wasser, welches die Fluth herbeiführt, sich *allmählig* während der ganzen Dauer der Fluthzeit anhäufe, sondern er sagt bloss, dass er bemerkt habe, die Erscheinung finde nur dann Statt, wenn die Fluth in einen engen Kanal eintritt und in

*) Ueber den Mascaret im Dordogne s. dies. Ann. Bd. 32. S. 407.

eine Andeutung zu geben, dafs die Erde diesen Meteoren, welche freilich durch eine eigenthümliche Kraft nach allen Richtungen fortgeschleudert werden, in ihrem Laufe um die Sonne begegne.

Wenn sich diefs durch fernere Beobachtungen bestätigen sollte, so würden wir wenigstens *einen* bedeutenden Schritt zur näheren Kenntnifs dieser, jenseit der Gränzen unserer Atmosphäre entstehenden Meteore gethan haben. Die Beweise für jene Behauptung theile ich hier nicht mit, da ich sie in der, so eben zum Druck an die Verlagshandlung dieser Annalen gesandten ausführlichen Abhandlung mitgetheilt habe und die Leser wohl darauf verweisen darf. *) — Aber zu wünschen wäre es wohl, dafs die Beobachtungen fortgesetzt würden. Wenn ich hoffen dürfte, zahlreichere Mitarbeiter zu finden um dadurch zu einer Bestimmung der meisten an den sämmtlichen Beobachtungsabenden erscheinenden Sternschnuppen zu gelangen, so möchte ich mich wohl im nächsten Sommer noch einmal entschliessen, die Beobachtungen fortzusetzen.

*) Seit Mittheilung dieser interessanten Notiz ist der Druck der Abhandlung des geehrten Hrn. Verfassers bereits vollendet, so dafs sich das Publikum die Hoffnung machen darf, in sehr kurzer Zeit zu dieser für die Kenntnifs der Meteore so ungemein wichtigen Thatsache die umständlicheren Belege zu erhalten. Mehr wie alle Aufforderung, ist gewifs die Bekanntwerdung obiger Arbeit geeignet das an diesem Zweige der Physik gesunkene Interesse wiederum zu beleben, und dem Hrn. Verfasser, dem gewifs alle Freunde der Meteorologie mit mir die nöthige Kraft und Mufse zur Fortsetzung seiner Beobachtungen wünschen, für den nächsten Sommer eine recht bedeutende Anzahl von Beobachtern zuzuwenden. Ich selbst, der ich schon früher aus Mangel an Zeit und einem schicklichen Lokale einen ähnlichen Antrag des geehrten Herrn Verfassers leider ablehnen mufste, habe diesem für den kommenden Sommer meine Hülfe angeboten, und hoffe, dafs sie nicht die einzige ist, auf die derselbe mit Sicherheit rechnen darf. P.

VII.

Ueber den Schwefel,

von

Adolph Theodor Kupffer, Professor in Kasan *).

Meine Messungen des Schwefels stimmen nicht genau mit einander überein; ich gebe sie aber nicht als definitive Resultate; sie unterstützen indess eine merkwürdige Hypothese, die die Verschiedenheit der Krystallformen des gediegenen und geschmolzenen Schwefels erklärt, und die ich deshalb, ohne im Stande zu seyn, sie scharf zu beweisen, zur weitern Prüfung darlege.

Ich maass drei sehr kleine Krystalle, die alle kein deutliches Bild gaben, obgleich ich sehr nahe Gegenstände, zwei schwarze Punkte an einem gegenüberstehenden Fenster, wählte.

Ich fand:

Am ersten Krystall

1)	Octaëderwinkel an der Basis	143°	20′,8
2)	Derselbe Winkel an der andern Seite der Basis	143	14,0
3)	Octaëderwinkel an der Endkante	106	18,2
4)	Derselbe an einer andern Kante	106	14,8

*) Ein Nachtrag zu seiner jetzt im Druck befindlichen, im Jahre 1823 von der hiesigen K. Akademie gekrönten, Preisschrift: „über Messung der Krystallwinkel". *P.*

ihrem Laufe einer Sandbank oder Untiefe, als Hindernisse begegnet; dass es nur hier und nirgendswo anders sey, wo die ungestüme und regellose Bewegung des Gewässers anfange, und dass sie ein wenig über der Sandbank hinaus wieder aufhöre, wenn daselbst der Kanal tief werde und sich beträchtlich erweitere.

Diess ist eine gut beobachtete Thatsache, der man nichts entgegensetzen kann und in der ich nichts sehe, was dem im Dictionnaire von Deterville Gesagten ähnlich wäre. Ich werde späterhin auf diese Behauptung zurückkommen.

Jetzt will ich, um die Ursachen jener Erscheinung aufzufinden, zuerst die Fluthen der Syzygien betrachten. Diese Fluthen setzen dem Laufe des Amazonenflusses eine gewaltige Wassermasse entgegen, und erzeugen einen Zurückprall, der um so unmittelbarer ist, als diese Wassermasse mit grösserer Heftigkeit angetrieben wird.

Da das Wasser des Flusses von der ganzen Fluth überfallen wird, welche den Umfang des Meerbusens vom Cap du Nord bis zum Süd-Flusse (jusqu'a la rivière du S.) einnimmt, und dieser Raum unendlich grösser ist als das Bett des Flusses, so muss jede dem Laufe des Amazonenflusses entgegengesetzt gestossene Wassersäule einen um so heftigeren Stoss veranlassen, als seine Masse grösser ist, bis endlich der Stoss des Wassers im Amazonenfluss vernichtet wird und der Rückfluss (montans) eingetreten ist. Bevor jedoch das Meer über den Fluss gesiegt hat, erzeugt es abgeschnittene Wogen und jene lebhaften Stösse, welche wir so eben erwähnten, in der Richtung von Ost-Süd-Ost nach West-Nord-West.

Zur Ebbezeit hat dieſer Vorgang nicht Statt, weil das Waſſer des Amazonenfluſſes alsdann nur durch ſein eigenes Gewicht angetrieben wird und ſich mit dem abflieſsenden Meere vermiſcht, von dem es im Sinne ſeiner Bewegung mit fortgezogen wird. Das Waſſer des Fluſſes wirkt alsdann mit einem geringeren Gewichte als das Meer, und muſs alſo nothwendig der Richtung der Ebbe gehorchen, während die aufſteigende Fluth mit ihrer ganzen Kraft dem Laufe des Amazonenfluſſes entgegenwirkt.

Haben indeſs die Sandbänke, welche abwechſelnd entſtehen und wieder vergehen, gar keinen Einfluſs auf dieſes Phänomen? So viel iſt gewiſs, daſs wenn das Meer eine Tiefe von 7 bis 8 Klaftern beſitzt, die Barre entweder gar nicht vorhanden iſt oder doch wenigſtens unmerklich wird. Das Meer bewahrt nur den Anſtoſs, welchen ihm die Urſache der Fluth gegeben hat; wenn aber der Grund nicht tiefer als 4 Klaftern iſt, ſo kommt alles in Bewegung. Es ſtolpert gewiſſermaaſsen über den Grund und veranlaſst, daſs das Waſſer ſich auſserordentlich ausbreitet.

Man begreift auch, daſs in dem Maaſse, wie der dem Meere gegebene Anſtoſs in enge Kanäle vorſchreitet, die Kraft und das Volumen der Waſſermaſſe in ganz auſserordentlichen Verhältniſſen anwachſen und jene Verwüſtungen herbeiführen müſſe, die die unvermeidlichen Folgen dieſer Erſcheinung ſind; daher entſtehen im Strome jene Barren als 3 ungeheure Wogen, denen nichts zu widerſtehen vermag; daher jene Vermehrung der Fluth in der Bucht von Vincent-Pinçon, die ſich innerhalb weniger Minuten zu einer Höhe von 40 Fuſs erhebt, wenn das Meer von beiden

Seiten derselben gleichzeitig eindringt. Diess ist jedoch nicht alles, was der Pororoca Wunderbares darbietet. Die Insel Maraca (welche vor der Mündung des Flusses Vincent-Pinçon liegt) bildet mit der Küste einen gekrümmten Kanal, von dem der eine Arm nach Süd-Ost und der andere nach Norden ausfliesst; der erste führt den Namen des Kanals von *Tourloury*, der zweite den des von *Carapapoury*. In dem letztern fällt das Meer, nachdem es seine grösste Höhe erreicht hat, (oft 44 Fuss, in sehr geringer Zeit) dass man es mit blossem Auge sehen kann, obgleich der Strom sich noch lange Zeit an der Ostküste erhält. Die Ursache dieser Erscheinung ist, dass das Meer, weil es viel lieber durch den Süd-Ost-Kanal steigt, als durch den Nord-Kanal, auch durch diesen wiederum mehr abfliesst als durch letzteren; denn da der Südost-Kanal oder der von Tourloury viel breiter ist als der nach Norden mündende von Carapapoury, so tritt auch offenbar zu ersterem eine viel grössere Wassermasse hinein, als zu letzterem. Zum besseren Verstehen dieser Erklärung mag man einen Blick auf die im Werke des Hrn. Lescallier befindliche Karte werfen, oder noch besser eine von den Karten aus dem Atlas des Abbé Raynal zur Hand nehmen, welche sehr genaue Reductionen der grossen Karte von Guiana sind, die die Ingenieure von Cayenne aufgenommen und verfertigt haben.

Der Strom ist zur Ebbezeit bei den Inseln von *Maraca* so stark, dass ein von dem Hafenkapitain Hrn. Monach kommandirtes Schiff, welches in der Bucht von Vincent-Pinçon vor Anker lag, beinahe zu Grunde gegangen wäre, da das Wasser schon den Vorder-

theil des Schiffes überfloss und hineinzustürzen begann. Glücklicherweise wurde das Ankertau mit einem Hiebe gekappt und das dadurch wieder flott gewordene Schiff gerettet.

Die Ströme zwischen dem Amazonenfluss und dem Oyapoc sind ebenfalls zu den Zeiten des Neu- und Vollmondes ziemlich starken Fluthen und dem Mascaret oder dem Pororoca unterworfen; jedoch sind die Wirkungen weniger heftig als an der Mündung des Amazonenflusses. Von dieser bis nach Cayenne nehmen sie immerfort ab; an letzterem Orte betragen die Fluthen zur Zeit der Quadraturen 3 oder 4 Fuss und zur Zeit der Syzygien 9 oder 10 Fuss.

Diese grossen Fluthen veranlassen nothwendig beträchtliche Wirbel im Ocean, welche den Schlamm, den die Ströme und Flüsse dieser Gegenden ausführen, lange in Schweben erhalten. Dieser Schlamm wird durch die Strömungen längs der Küste von Guiana fortgeführt, und an diesen durch die Ostwinde angeworfen, bildet er die grossen Anschwemmungen, welche sich vom Arawary bis zum Orinoco ausdehnen und deren Fruchtbarkeit den Reichthum von Cayenne, Surinam und Demerary ausmachen. Der Sand und das Gerölle, als viel schwerer wie der Schlamm, werden nur bis ungefähr zur Mündung des Amazonenflusses mit fortgerissen; diesen allmähligen Sandanhäufungen verdanken die Inseln von Marajo, Caviano und andere ihre Entstehung. Die Ostwinde führen diesen Inseln neue mit Schlamm gemengte Sandmassen zu, erhöhen dieselben und setzen sie dadurch gegen die Ueberschwemmungen der Fluth in Sicherheit. Aus diesem Grunde breitet sich die Vegetation

der Paletuvieren (Rhizophora und Avicennia) nicht daselbst aus, wie auf der Küste von Guiana. Dessen ungeachtet sind diese Inseln, welche offenbar durch die von den beiden Flüssen während der Ueberschwemmung dahin geführten Trümmer gebildet wurden, mit Wäldern von sehr grossen Bäumen bedeckt, unter welchen besonders die Ceder im Ueberfluss vorhanden ist. Dieses Holz ist es vorzüglich, welches man auf den Werften von Para zur Erbauung von Fregatten und anderer Fahrzeuge anwendet.

Die Erscheinung des Pororoca muss man nicht mit der unter dem Namen Wasserratze (rat de marée) verwechseln, deren Ursachen zufällig sind; die letztere ist vom November bis zum April an den Küsten von Guiana ziemlich häufig und deshalb allen Seefahrern bekannt.

Im Januar 1824 hatte man zu Cayenne eine so heftige Wasserratte, dass alle sandigen Buchten mit 2 Fuss hohem Schlamm bedeckt wurden, welchen die ausserordentliche Bewegung des Meeres von dem Grunde erhoben und auf die Ufer abgesetzt hatte; auch las man Fische vom Strande auf. Dennoch konnte man, während diese fürchterliche Wasserratte zu Cayenne ein so ausserordentliches Schauspiel darbot, durchaus keine Wirkungen auf der Windseite der Insel wahrnehmen weder am Approuage noch am Oyapock.

IX.

Beobachtungen von Nebenſonnen.

a) Auf der *Melville's-Inſel* (nördl. Breite 74° 47′ 10″; weſtl. Länge v. Greenw. 110° 48′ 15″) geſehen auf der Expedition des Capitain Parry *).

Am 5ten April um 9 Uhr Nachmittags, bei ſehr ſchönem Wetter und einer Temperatur von —18° (Weingeiſttherm. und Fahrenheit'ſche Scale (*P.*)) beobachteten wir einen Ring um die Sonne. Wie gewöhnlich ſtand an jeder Seite der Sonne und in gleicher Höhe mit dieſer eine Nebenſonne, von deutlich prismatiſchen Farben. Eine dritte Nebenſonne befand ſich in dem Kreiſe unmittelbar über der Sonne, und lieſs eine ſonſt noch nicht bemerkte Eigenthümlichkeit ſehen. Das Wetter war nämlich auffallend klar und

*) Deſſen First Voyage for the discovery of the nordwest passage p. 162. Die hier beſchriebene Erſcheinung hat offenbar die gröſste Aehnlichkeit mit der, welche Hr. Dr. Buch, Hr. Legrth. v. Hoff und Hr. Prof. Kries neuerdings zu Gotha beobachteten (Arch. d. Naturl. Bd. 2. S. 209). Ich würde daher ihre weitere Bekanntmachung für überflüſſig gehalten haben, wenn nicht die beiden Erſcheinungen ſich gegenſeitig ergänzten, und bei dieſer einige Bogen ſichtbar wurden, die bei jener entweder gänzlich fehlten (wie die den Horizont berührenden Bogen *r, p* und *q, o*), oder von denen man doch nur die Endſtücke, als Durchkreuzungen derjenigen Nebenſonne wahrnahm, welche in Oppoſition mit der wahren Sonne ſtand. (*P.*)

heiter, aber dennoch zeigte sich die Atmosphäre mit einer unzähligen Menge kleiner im Sonnenschein glänzender Schneeflitterchen erfüllt, wie wir sie sonst nie bei hellem Sonnenschein sahen, obgleich wir beständig Gelegenheit hatten, solch einen Niederschlag in Zeiten zu bemerken, in welchen man das Wetter keineswegs nebelig nennen konnte und die Gestirne deutlich zu beobachten waren. Die oberhalb der Sonne erscheinende Nebensonne war nun sichtlich durch Reflexion der Sonnenstrahlen an einer Unzahl solcher Flitterchen gebildet, welche sich bis zu 100 u. 200 Yards Entfernung vom Auge deutlich wahrnehmen liessen. Zu gewissen Zeiten konnte man mit Leichtigkeit erkennen, dass diese obere Nebensonne, aus dem Durchschnitt, oder vielmehr aus der äussern Berührung zweier Ringe gebildet wurde, wovon der obere, seine convexe Seite gegen den Horizont kehrend, den grössern Radius besass. Ungefähr 22° über der Nebensonne, die fast einen gleichen Abstand von der wahren Sonne besass, ward in horizontaler Richtung ein Streifen glänzender Flitterchen andauernd beobachtet; jedoch war er so kurz, dass man nicht unterscheiden konnte, von welcher regulären Figur er einen Theil ausmachte. Diess Phänomen dauerte ungefähr eine Stunde.

Am 9ten April Vormittags von 6¼ bis 8 Uhr ward abermals eine der so eben beschriebenen ähnliche Erscheinung beobachtet. Um 1 Uhr Nachmittags wiederholte sich dieselbe in Begleitung einiger anderen Erscheinungen dieser Art. Ich habe mit Unterstüzzung des Capit. Sabine versucht, hievon eine Abbildung zu geben (Fig. 12). In dieser bezeichnet *s* die Sonne, deren Höhe nahe 23° betrug; *h*, *h* den Hori-

zont; t, u einen vollständigen Horizontalkreis von weiſsem Lichte, der durch den Mittelpunkt der Sonne ging; a eine blendend helle Nebensonne, von weiſsem Lichte; b und c Nebensonnen, von prismatischen Farben, in den Durchschnittspunkten des Horizontalkreises, mit dem Kreise a, b, c, d liegend, welcher letztere einen Radius von $22\frac{1}{2}°$ besaſs; x, d, v einen Bogen, der seine convexe Seite dem Horizont zukehrte und dessen Mittelpunkt anscheinend über dem Zenith lag. (Dieser Bogen zeigte sehr lebhafte prismatische Farben); k, e, l einen Bogen, der dem Anscheine nach eher elliptisch als kreisförmig war; e stand von der Sonne um 26° ab; der Theil x und v war prismatisch gefärbt, der übrige farblos. Der von den beiden prismatischen Bogen $xevd$ eingeschlossene Raum war durch Reflexion der Sonnenstrahlen an den unzähligen in der Atmosphäre schwimmenden Schneeflitterchen sehr glänzend gemacht; q, f, r, ein mit der Sonne concentrischer Kreis von 45° Radius, war in Nachbarschaft der Punkte f, q, r stark gefärbt, in dem übrigen Theil aber nur schwach; mn ein kleiner Bogen eines umgekehrten Kreises, der seinen Mittelpunkt anscheinend im Zenith hatte.

r, p und q, o sind Bogen von groſsen Kreisen und sehr lebhaft gefärbt. Man konnte sie nur bis zu o u. p verfolgen, allein an dem der Sonne direct gegenüberstehenden Theil des Horizontalkreises t, u erschien ein weiſses Licht, welches das Ansehen besaſs, als wäre es von dem Durchschnitt zweier groſsen Bogen erzeugt, die mit der Verlängerung von r, p und q, o zusammenfielen.

Diese Erscheinung dauerte den gröſsten Theil des

des Nachmittags hindurch bis 6 Uhr. Der Abstand *d* und *e* vergrösserte sich beträchtlich und der Bogen *sdv* nahm die Gestalt an, welche in Brewster's Encyclopädie unter dem Artikel: *Halo* Platte 287 Fig. 12 abgebildet ist *). Auf jeder Seite der Sonne in einem Abstande von 90° und in einer Höhe von 30 bis 50° zeigte sich jetzt ein schwacher Bogen von weissem Lichte, welcher zuweilen einen Theil der Kreise *q*, *o* und *r*, *p* auszumachen schien. In dem äussern grössern Kreise beobachteten wir darauf zwei gegenüberstehende und sich entsprechende Flecke *y*, *y*, welche mehr als der übrige Theil gefärbt waren; auch ward der umgekehrt stehende Bogen *mfn* jetzt länger als zuvor und einem schönen Regenbogen ähnlich.

Am 10ten Mai um 9½ Uhr Morgens beobachtete der Lieut. Beechey einen völligen Ring um die Sonne, der ausserhalb und gerade über der Sonne von ei-

*) Es ist diess die Abbildung einer von Henry Englefield am 20. Nov. 1802 um 2 Uhr Nachmittags zu *Richmond* in *Surry* beobachteten Erscheinung. Die Sonne hatte eine Höhe von 14° und war von 2 concentrischen Ringen umgeben. Der innere, dessen Halbmesser 24° betrug, war von einem blassgelben Lichte, ohne prismatische Farben. Der äussere hingegen, dessen Halbmesser 48° maass und nahe 1½° breit war, zeigte dieselben sehr lebhaft, und zwar das Roth der Sonne zugekehrt. Ausser einer weniger merkwürdigen Nebensonne, die der wahren Sonne zur Linken, in einem Horizontalkreise stand, war an dem innern concentrischen Ring, oberhalb der Sonne eine zweite zu sehen, deren helles weisses Licht das der eigentlichen Sonne überstrahlte. Sie war nahe 2 Grad breit, sehr schlecht begränzt, und von beiden Seiten liefen hörnerartige Ausschweife aus, die an der Basis convex, an der Spitze aber wieder concav gegen die Sonne waren. *P.*

nem zweiten berührt würde, dessen Mittelpunkt ungefähr 40 bis 50°. von der Sonne abstand. Auch waren wie gewöhnlich seitwärts zwei Nebensonnen zu sehen; sie besafsen nur schwache Farben, zeichneten aber dadurch diese Erscheinung vor ähnlichen andern aus, dafs sie, wie die Fig. 13 zeigt, 3° aufserhalb des Kreises lagen *). Schon am vorhergehenden Tage hatte der Lieut. Nias für den Durchmesser eines ähnlichen Kreises 22½°, und für den Abstand der Nebensonne von der wahren Sonne 24° 40' gefunden; die Differenz aber den Fehlern zugeschrieben, die bei der Messung so unbestimmt begränzter Gegenstände nicht zu vermeiden sind. Durch die eben erwähnte Beobachtung des Hrn. Beechey ist jene Angabe nun bestätigt, doch erlaubte diesem die kurze Dauer der Erscheinung nicht eine Messung anzustellen.

---

b) Nebensonnen beobachtet am 7ten Mai 1823 am *Cap der guten Hoffnung*; von Hrn. Fearon Fallows, A. M. **).

Heute Abend, während einer Fahrt nach Seapoint, war ich so glücklich einen sehr schönen Sonnenuntergang wahrzunehmen. Das Wetter war heiter und angenehm, keine Wolke zu sehen und der Meereshorizont auffallend deutlich. In dem Augenblick als der untere Sonnenrand die Schneide des

*) Einen Fall, bei welchem die Nebensonnen nicht als Theile eines Kreises, oder als Durchschnitte zweier Kreise erschienen, wenigstens nicht als solche wahrgenommen wurden, enthält die Beobachtung Copeland's vom 8ten Mai 1597. (S. d. Ann. Bd. 18. S. 99.) P.

**) Journ. of Science No. XXXII. p. 365.

Wassers berührte, ließsen sich mehrere Nebensonnen sehen, vier zur linken Hand und drei zur rechten. Sie besaßsen die nämliche Gestalt wie die wirkliche Sonne, waren eben so glänzend, aber nicht so groſs wie diese. Als die Sonne mit ihrem oberen Rand den Horizont berührte, erschien sie und jede der Nebensonnen als glänzende Punkte auf dem Saume des Wassers, und darauf verschwanden sie alle mit einem Mal. Nach meiner Zuhausekunft machte ich eine Zeichnung von dem Phänomen, so wie es in kurzen Zwischenräumen nach einander sichtbar war. Eine Copie von dieser wird der umständlichen Beschreibung vorzuziehen seyn.

HR (Fig. 14, welche die Erscheinung im *ersten*, und Fig. 15, welche dieselbe im *letzten* Stadium andeutet) ist der Horizont und *S* die wirkliche Sonne; die übrigen Figuren auf *HR* sind Nebensonnen. Das Barometer stand auf 30,2 Zoll engl. und das Thermometer auf 64° F. (Ther. 64 inches (*P.*))

Der Morgen des 8ten Mai war bewölkt und zeigte Regen an, ganz dem entgegen, wie man es dem heiteren Wetter am vorhergehenden Abend nach erwarten mochte. Am Abend des 8. Mai blitzte und donnerte es sehr häufig.

Zusatz des Dr. Young (dem diese Notiz brieflich zugestellt worden war). Es läſst sich wohl mit Grund annehmen, daſs diese Nebensonnen in Wahrheit Stücke eines Hofes ausmachten, entstanden durch die Diffraction, welche eine sehr wenig über den Horizont hervorragende Wolke erzeugt hatte. Die Abwesenheit der Farben kann leicht dadurch bewirkt worden seyn, daſs das Licht bei seinem langen Wege durch eine nebelige Atmosphäre sämmtlich bis auf die rothen

Strahlen verschluckt ward. Ich habe einmal bei Sonnenaufgang, oder vielmehr etwas vor demselben, einen Regenbogen gesehen, welcher keine andere Farbe als die rothe wahrnehmen liefs.

Bei Gelegenheit der Aufnahme des obigen Auffazzes in das Edinburgh philosoph. Journal (Vol. X. p. 362) machen die Herausgeber dieser Zeitschrift (vielleicht Hr. Dr. Brewster allein) die Bemerkung, dafs sich der sinnreichen Erklärung des Dr. Young folgendes entgegensetzen lasse:

1) Behaupte Hr. Fallows ausdrücklich, dafs *nicht eine Wolke* sichtbar gewesen sey.

2) Lege derselbe den Nebensonnen sowohl in seiner Beschreibung wie in seiner Zeichnung genau die Gestalt der wahren Sonne bei. Eine Gestalt, die die Stücke eines Hofes nicht annehmen können.

3) Sage er, dafs die Nebensonnen in ihrem Glanz der wahren Sonne gleichgekommen seyen, welches ebenfalls nicht Statt finden könne, wenn sie Theile eines Hofes gewesen wären; es sey denn, dafs irgend ein dazwischen getretenes Mittel das Licht der wahren Sonne verdunkelt hätte, ohne auf das der Nebensonnen zu wirken.

Sie setzen alsdann hinzu: dafs, da Hr. Fallows den Himmel als völlig wolkenlos und den Meereshorizont als ganz merkwürdig scharf begränzt angebe, so schiene kein Grund vorhanden zu seyn, auf welchem man eine physikalische Erklärung jener Erscheinung stützen könne; es sey denn, dafs man annehmen wolle, die Atmosphäre hätte sich auf jeder Seite der Sonne zu wiederholten Malen in demjenigen Zustande befun-

den, welcher die Seitenſpieglung *) bedinge. Endlich bemerken ſie noch, daſs zufolge der Zeichnung des Hrn. Fallow.s ſämmtliche Nebenſonnen in einem Raume eingeſchloſſen waren, der ſich auf jeder Seite des Mittelpunktes der Sonne nur bis zu anderthalb Graden ausdehne.

*) Eine ſolche Seitenſpiegelung (mirage latéral) iſt in neuerer Zeit ſehr deutlich von Jurine und Soret auf dem Genfer See wahrgenommen, und von Hrn. Biot im Bullet. de la Soc. phil. pour 1820 beſchrieben worden. Die Erſcheinung beſtand darin, daſs man von den Maſten und Segeln eines Schiffes ein vollſtändiges Bild zur Seite erblickte, welches ſich ſo wie das Schiff näher rückte von dieſem entfernte und an Gröſse abnahm. In ihren Urſachen iſt die Seitenſpiegelung durchaus nicht von der Kimmung verſchieden; ſie wird eben ſo von einem gegen den Horizont geneigten Boden erzeugt, wie die letztere von einer wagerechten Land- oder Waſſerfläche. Hr. Biot hat dieſs durch die Beſchaffenheit der Ufer des Genferſees ſehr gründlich auseinandergeſetzt und auch durch Verſuche die Erſcheinung vollſtändig nachgeahmt. In dem Werkchen des Hrn. Dr. Benzenberg „über die Beſtimmung der geographiſchen Länge durch Sternſchnuppen. Hamburg 1802" wird ſchon dem Aſtronomen Sylvabelle zu Marſeille die Beobachtung einer Strahlenbrechung in horizontaler Richtung zugeſchrieben, da derſelbe beobachtete, daſs die Gegenſtände auf der Südſeite des Morgens nach Oſten und des Nachmittags nach Weſten rückten, die auf der Nordſeite hingegen einen umgekehrten Gang befolgten. Ich muſs indeſs geſtehen, daſs mir dieſe Erſcheinung eben ſo einfach aus dem allen Aſtronomen zu Genüge bekannten periodiſchen Schwanken der Gebäude erklärlich ſcheint, über das unter andern Hr. Angelo Caeſaris in den Effemeridi aſtronomiche di Milano per l'anno 1816 (Zeitſchrift für Aſtronomie Th. I. p. 329) eine ausführliche Unterſuchung angeſtellt hat. *P.*

X.

Nachträgliche Bemerkungen zum Novemberheft dieser Annalen.

a) Zum Aufsatz des Hrn. Serullas über das Cyanjod (p. 334).

Der Leser ist gebeten zu bemerken, daſs das Cyanjod zuerst von H. Davy (d. Ann. Bd. 54. S. 383) dargestellt, und späterhin von Hrn. Dr. Wöhler (Ann. Bd. 69. S. 281) genauer untersucht ward. Das von letzterem zur Darstellung dieser Verbindung angewandte Cyansilber ist offenbar dem Cyanquecksilber vorzuziehen. *P.*

b) Zum Aufsatz der HH. Bruncrona und Hällström.

1) Es ward diesem Aufsatze S. 327 die, aus der Correspondance astronomique entlehnte, Bemerkung hinzugefügt, daſs auf *Otaheiti* wahrscheinlich ein ähnlicher Vorgang Statt finde, wie an den schwedischen Küsten. Damals war dieſs Beispiel das einzige mir bekannte, was auſser Schweden auf eine allmählige Landeserhebung schlieſsen lieſs. Der zuvorkommenden Güte des Hrn. Prof. E. Ritter hieselbst verdanke ich jedoch seitdem die Kenntniſs einer abermaligen Erscheinung dieser Art, welche den beiden früheren zu nicht geringer Bestätigung dienen wird; da ich die Befugniſs habe, die folgende Notiz darüber der Oeffentlichkeit überliefern zu

können, so säume ich nicht von derselben Gebrauch zu machen:

Herr Prof. Reinwardt zu *Leyden*, der kürzlich von einem mehrjährigen Aufenthalte auf den Sundischen und Moluckischen Inseln nach Europa zurückgekehrt ist, und dem diese Gegenden durch seine wissenschaftliche Reisen sehr genau bekannt wurden, hat seinen Freunden gelegentlich die Nachricht mitgetheilt, dass auf den *Molucken* ein beständiges Hervortreten des Landes aus dem Meere Statt finde, und diese Erscheinung daselbst so allgemein sey, dass unter den dortigen Einwohnern über deren wirkliches Vorhandenseyn auch nicht der geringste Zweifel obwalte. Das Publikum wird wahrscheinlich in kurzer Zeit die ausführlichen Data zu dieser Notiz von der eigenen Hand ihres Urhebers erfahren, da derselbe im Begriffe steht, die reichen Ergebnisse seiner Reise zu bearbeiten.

2) Es ist hier vielleicht auch der Ort, eine kleine Berichtigung hinsichtlich des gegenseitigen Niveaus der Ost- und Nordsee anzuhängen, welche ich der Güte des Hrn. Wasserbaudirektors Woltmann zu Hamburg verdanke und schon seit längerer Zeit in Händen hatte. Auf die Anfrage eines meiner Freunde, dem die im Werke des Hrn. v. Hoff (Geschichte der durch Ueberlieferung nachgewiesenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche Th. 1.) S. 448 enthaltene Angabe über den Stand der Ostsee bei Kiel gegen die Nordsee einigen Zweifel erweckt hätte, sandte Hr. Woltmann damals nachstehende Bemerkung ein:

In Niemann's holsteinischer Landeskunde (Bd. I. S. 56) ist es ganz richtig, dass der Flemhuder See 27½ Fuss höher liegt, als das baltische Meer bei Kiel, aber dass

eben dieser See 22 Fuſs über der Mündung der Eider liegen soll, ist ein Irrthum. Es muſs heiſsen 21 Fuſs über der gewöhnlichen Fluthhöhe oder 23½ Fuſs über der gewöhnlichen niedrigen Ebbe auf der Untereider, an der letzten Kanalschleuse bei Rendsburg. Diese Schleuse liegt ungefähr 9 Meilen von der Mündung der Eider, denn es sind 7 Meilen bis Tönningen und von da aus ungefähr 2 Meilen weiter flieſst die Eider zwischen ausgedehnten Sandbänken in die Nordsee. Hier an der Mündung wird das Intervall der Fluth und Ebbe 12 Fuſs betragen, statt es bei Rendsburg nur 2½ Fuſs miſst. Das Niveau der gewöhnlichen Fluthhöhe wird an beiden Orten fast gleich seyn oder zuweilen an einem Orte um einige Zoll oder Fuſs höher liegen als an dem andern; aber eben dieſs Niveau ist ansehnlich höher als das mittlere Niveau des Meeres, nämlich um ⅔ des ganzen Intervalles *) der Fluth und Ebbe unmittelbar an der Küste des Meeres. Wenn also z. B. in der Mündung der Eider die Fluth an einer Scale von Null bis 11 Fuſs steigt oder fällt, so steht das Niveau des Meeres, wenn keine Fluth und Ebbe vorhanden wäre, an eben der Scale bei 3⅔ Fuſs, mithin 7⅓ Fuſs niedriger als die gewöhnliche Fluthhöhe, von der wir annehmen, daſs sie an der Mündung ungefähr dieselbe ist, wie zu Rendsburg. Ueber dieser Fluthhöhe ist nun der Flemhuder See 21 Fuſs erha-

*) Die Ursache, warum ⅓ des Interv. genommen wird, findet man in Lalande's Astronomie Tom. III. du Flux et Reflux de la mer §. 3785. (Man kann darüber auch den Traité sur le flux et reflux de la mer von Daniel Bernoulli nachlesen, welcher den Principiis mathematicis von Newton in der Ausgabe von Le Seur und Jacquier hinzugefügt ist. *P.*

ben; addiren wir hiezu die $7\frac{2}{3}$ Fuſs, ſo haben wir $28\frac{2}{3}$ Fuſs, um welche der See über der Nordſee liegt, und $27\frac{1}{2}$ Fuſs, welche er über der Oſtſee liegt. Hiernach iſt alſo die Oſtſee bei Kiel 1 Fuſs 2 Zoll höher als die Nordſee vor der Eidermündung. Auf dieſe Vorſtellung gründen ſich folgende Worte in meinen Beiträgen zur Baukunſt ſchiffbarer Kanäle:

„Indeſs will es mir nicht wahrſcheinlich vorkom-„men, daſs die Oſtſee bei Kiel mehr als höchſtens ein „Paar Fuſs höher ſey, als die Nordſee bei Tönningen „ſeyn würde, wenn Fluth und Ebbe ihr geſtatteten, „ſich ins Gleichgewicht zu ſetzen.“

A n z e i g e.

Ein zu New-York in den vereinigten Staaten von Nord-Amerika unter dem Namen:

Lyceum of Natural History

gegründetes Institut erbietet sich, die europäischen Naturforscher, welche geneigt sind ihre Sammlungen mit den Naturalprodukten der transatlantischen Welt zu bereichern, auf dem Wege des gegenseitigen Tausches, mit amerikanischen Mineralien, Versteinerungen, Conchilien, Pflanzen, Insekten u. s. w. zu versehen. In dem von dem Secretair dieses Instituts unterzeichneten Circulair heisst es:

„The sole object of this Institution is the diffusion „of the love of the Natural Sciences, both at home „and abroad. It enjoys the advantage of a large col„lection in all the branches of Natural History, and is „desirous of exchanging specimens with such scien„tific gentlemen in Europe as feel an interest in these „studies.

„If therefore any Natural philosopher was desirous „of possessing American Minerals, Shells, Fossils, „Plants, Insects etc. and will send to me for the Ly„ceum a collection in any branch of Natural History: „a similar collection from American localities will im„mediately be sent to any place or person he may „please to designate."

Officers of the Lyceum of Natural History are: John Torrey, M. D.; F. L. S.; President. Rev. D. H. Barnes, A. M. and James E. Dekay, M. D.; Vice Presidents. Jer. Van Rensselaer, A. M.; M. D.; Corresponding Secretary. F. G. King, Esq. Recording Secretary.

Verbesserungen

zur Abhandlung über die Flufsspathsäure v. Berzelius (Bd. 77).

S. 16 Z. 11 Waffer l. Flüssigkeit

S. 20 Z. 11 $\ddot{F}^2$ l. $\ddot{F}$

S. 22 Z. 1 ein l. nur

S. 27 Z. 2 von unten $\ddot{F}^2$ l. $\ddot{F}$

S. 32 Z. 2 $\dddot{Co}^4$ l. $\dddot{Ce}^4$

S. 37 Z. 12 u. 13 Quantität l. Quantität der Basen

S. 38 Z. 15 der 4te Theil l. das erste Viertel

S. 177 letzte Z. $3\ddot{F}^2$ l. $3\ddot{F}$

S. 203 Z. 6 u. 31 gefüllt l. gefällt

S. 207 Z. 10 vereinigte l. verringerte

S. 210 Z. 5 von unten, um l. nun

S. 219 Z. 5 u. 6 von unten, Kalium l. Silicium.

S. 220 Z. 17 Boussigault's l. Boussingault's.

J HALLE,

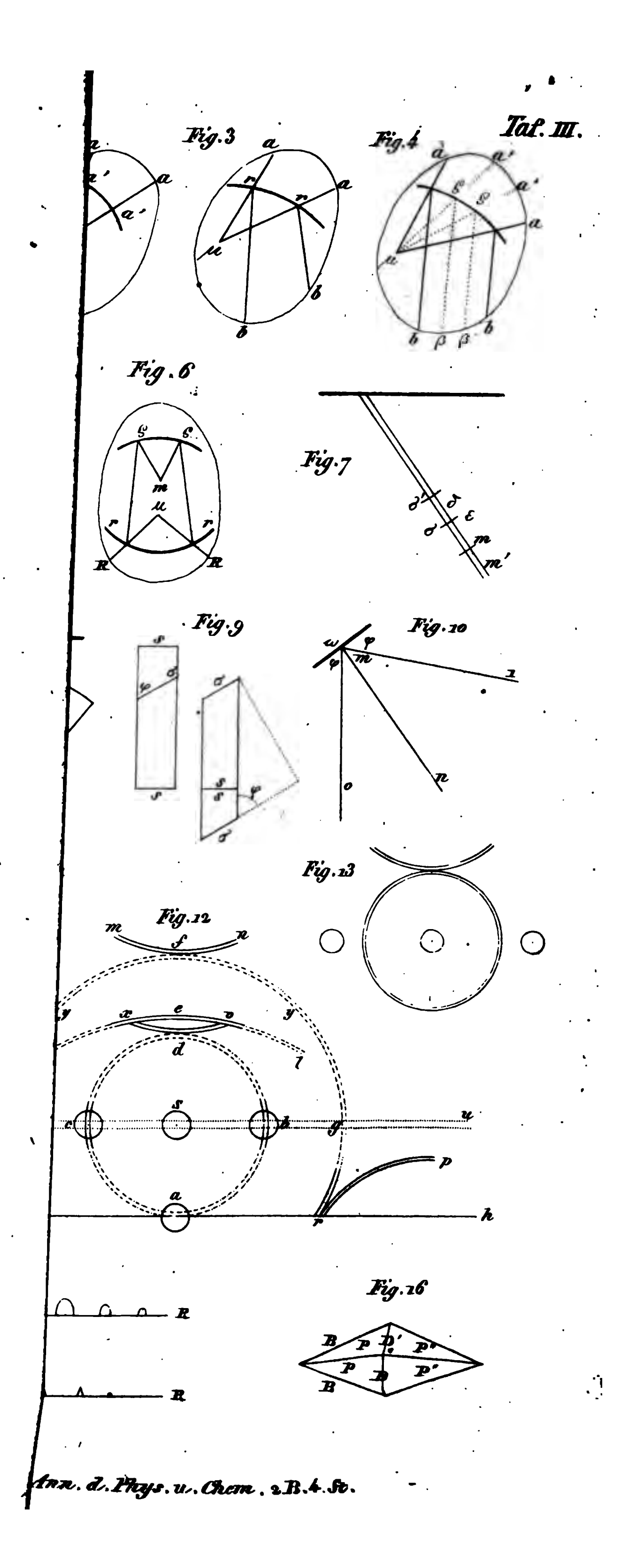
TOR DR. WINCKLER.

Zeit der Beob. Tg	St.	Baromtr bei +10° R. pariser	Therm. Reaum. frei im Schatten	Haar Hygr bei +10° R.	Wind	Wetter
1	8	330.'' 80	+ …9	73.°5	wsw. 2	schön
	12	30. 54	…5	66. 6	ssw. 3	trüb
	2	30. 05	…6	63. 9	ssw. 3	trüb
	6	29. 49	…4	74. 1	ssw. 4	trb Rg
	10	29. 74	…3	75. 6	ssw. 3	trüb
2	8	32. 13	+ …7	71. 4	SW. 4	tr Mgr Rg
	12	32. 83	…5	69. 8	SW. 4	vrm Rg
	2	33. 14	…5	59. 9	wsw. 4	schön
	6	33. 56	…7	62. 8	ssw. 4	heitr
	10	33. 67	…1	62. 1	ssw. 4	trüb
3	8	33. 15	+ …1	69. 0	wsw. 1	sch Mgrth
	12	32. 25	…0	66. 1	SW. 2	verm
	2	31. 88	…2	73. 0	SW. 2	trüb
	6	31. 96	…1	71. 9	SW. 3	trüb
	10	32. 44	…3	74. 9	wsw. 2	heitr
4	8	33. 51	+ …8	81. 5	SW. 2	trüb
	12	32. 87	…0	68. 1	wsw. 2	trüb
	2	32. 79	…0	78. 6	wsw. 3	trüb
	6	32. 12	…6	80. 3	wsw. 3	trüb
	10	31. 66	…7	74. 5	wsw. 3	trüb Mgrth
5	8	31. 76	+ …0	81. 1	SW. 1	tr ensRgtr
	12	32. 06	…1	80. 3	N. 2	trb feinRg
	2	31. 55	…5	78. 2	nno. 2	trüb
	6	31. 51	…4	75. 4	NO. 2	vrRguSch
	10	31. 94	…5	76. 0	NO. 2	trüb Mgrth
6	8	36. 17	+ …4	73. 6	ssw. 1	trüb Nbl
	12	35. 12	…9	69. 6	ssw. 2	trüb
	2	34. 51	…5	70. 1	ssw. 3	trüb
	6	32. 87	…5	72. 0	ssw. 4	trüb
	10	32. 14	…6	74. 9	ssw. 4	trüb Mgrth
7	8	29. 68	+ …8	80. 6	ssw. 3	vrm Nbl
	12	28. 93	…1	76. 3	ssw. 4	verm
	2	29. 05	…4	76. 3	wsw. 4	trüb
	6	28. 97	…5	74. 1	ssw. 4	trüb
	10	28. 89	…0	69. 6	ssw 4	trüb
8	8	29. 61	+			
	12	30. 57				
	2	31. 91				
	6	31. 51				
	10	32. 75				

Thermometrograph Tag	Min. Nachts vorher	Max. Tags	Wasser-Stand der Saale
1	+ 5.°3	+ 9.°6	5' 9''
2	3. 4	5. 5	5 7.8
3	0. 0	5. 1	5 6
4	2. 4	6. 6	5 5
5	2. 3	9. 8	5 4
6	0. 6	8. 1	5 3.5
7	4. 0	9. 3	5 3
8	1. 6	5. 6	5 2.5
9	1. 5	5. 4	5 3
10	1. 7	4. 2	5 6
11	0. 2	3. 6	5 7
12	0. 7	6. 4	5 8.5
13	3. 9	8. 6	5 10
14	4. 4	7. 1	5 11
15	4. 0	7. 1	6 1.5
16	3. 2	5. 5	6 0.5
17	+ 1. 6	4. 1	6 0.5
18	− 1. 2	2. 4	6 1
19	+ 0. 1	8. 4	6 2
20	4. 2	11. 4	6 2
21	2. 5	6. 8	6 1.5
22	3. 6	9. 1	6 2
23	3. 1	5. 3	6 2
24	+ 0. 9	2. 6	6 5
25	− 0. 4	4. 4	6 8
26	+ 3. 3	7. 4	6 11
27	0. 7	4. 9	6 8
28	3. 5	8. 3	6 9
29	3. 6	6. 5	6 9.5
30	0. 3	3. 2	6 8
31	+ 0. 3	+ 6. 8	6 7
Sma	65. 5	119. 1	186' 0.''8
Mittl	+ 2.11	+ 6.42	6. 0.
	Min. − 1.°2	Max. +11.°4	
	grösste Veränd. 12.°6		

Uebersicht d Witterung Tage	Zahl
heiter	–
schön	4
verm	11
trüb	16
Nebel	5
Regen	15
Reif	1
Graupeln	1
Schnee	4
Gewitter	1
windig	12
stürmisch	17
Nächte	
heiter	3
schön	1
verm	2
trüb	25
Regen	9
Schnee	3
Gewitter	2
windig	8
stürmisch	17
Erdstösse	1
Mrgrth	12
Abrth	4

Therm.	Hygr.	Wind		Barom.		Therm.		Hygrom.	
220.°05	2947. 56	ssw	Mittl	333.'''516	ssw	+ 4.°064	ssw	75.°76	ssw
180. 8	3086. 45	wsw							
175. 6	2855. 79	wsw	Max.	339. 570	NW	+10. 70	SW	90. 05	ssw
143. 8	2545. 50	ssw	Min.	324. 080	SW	− 1. 90	N	47. 50	SW
718. 7	11433 10	ssw	Vränd	15.'''490		11.°90		42. 55	


Fig. 3
Fig. 4
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 9
Fig. 10
Fig. 12
Fig. 13
Fig. 16

